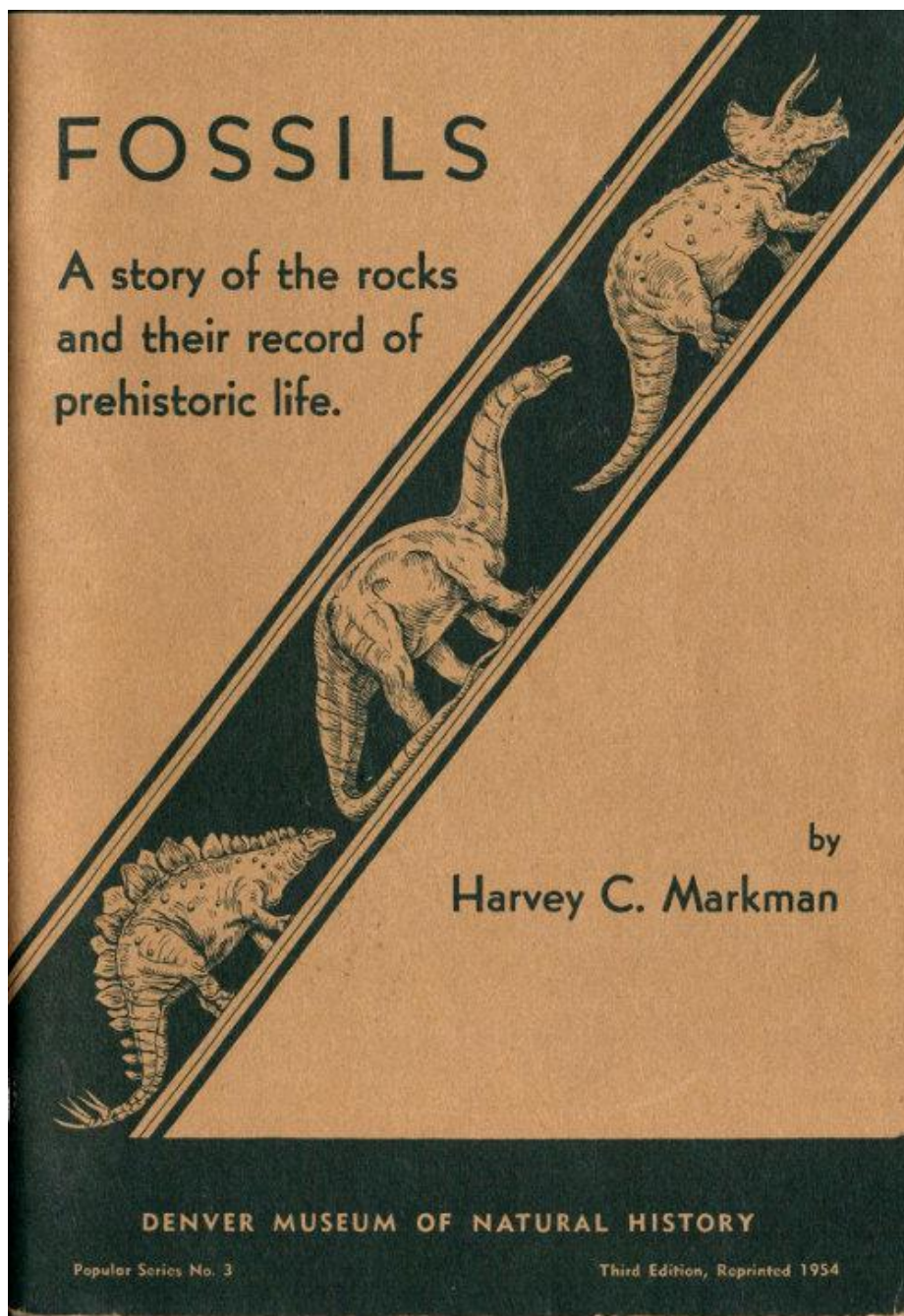


Окаменелости. История горных пород и их свидетельства доисторической ЖИЗНИ

Харви К. Маркман



Электронная книга окаменелостей проекта "Гутенберг": история горных пород и их свидетельства доисторической жизни

Эта электронная книга предназначена для использования любым человеком в любой точке Соединенных Штатов и большинства других частей мира бесплатно и практически без каких-либо ограничений. Вы можете скопировать его, раздать или повторно использовать в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой книге, или онлайн по адресу www.gutenberg.org. Если вы находитесь за пределами Соединенных Штатов, вам необходимо ознакомиться с законами страны, в которой вы находитесь, прежде чем использовать эту электронную книгу.

Название: Окаменелости: история горных пород и их свидетельства доисторической жизни

Автор: Харви К. Маркман

Иллюстратор: Мэри Чилтон Грей

Дата выхода: 22 июля 2017 г. [Электронная книга № 55168]

Последнее обновление: 23 октября 2024 г.

Язык: Английский

В титрах: Продюсер Стивен Хатчесон и команда онлайн-редакторов, распространяющих корректуру по адресу <http://www.pgdp.net>

*** НАЧАЛО ПРОЕКТА ЭЛЕКТРОННОЙ КНИГИ ГУТЕНБЕРГА "ОКАМЕНЕЛОСТИ: ИСТОРИЯ ГОРНЫХ ПОРОД И ИХ СВИДЕТЕЛЬСТВА ДОИСТОРИЧЕСКОЙ ЖИЗНИ" ***

ОКАМЕНЕЛОСТИ История горных пород и их свидетельства доисторической жизни

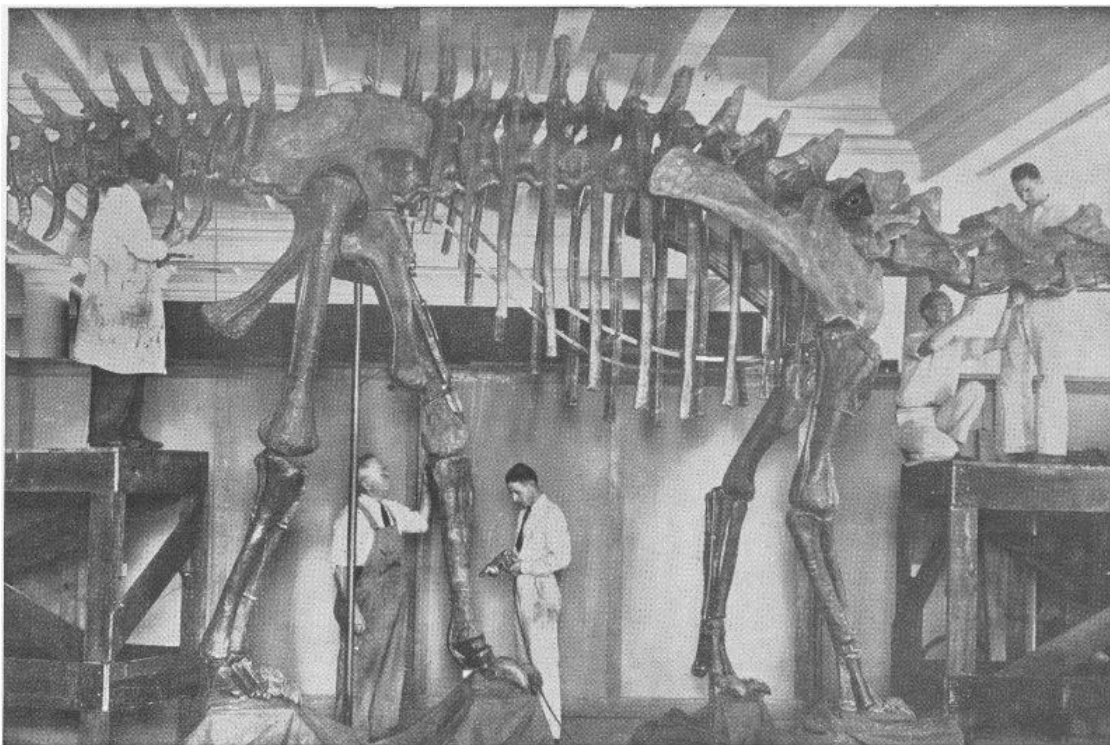
Автор : Харви К. Маркман,
куратор отдела геологии и палеонтологии

Дизайн обложки и фрески Мэри Чилтон Грей

ДЕНВЕРСКИЙ МУЗЕЙ ЕСТЕСТВЕННОЙ ИСТОРИИ

Популярная серия № 3
Альфред М. Бейли, Редактор

Третье издание, переиздано
1 октября 1954 г.



За работой над скелетом динозавра

Содержание

Страница

Введение 5

Доисторическая летопись 5

Разновидности окаменелостей 8

Окаменение 9

Флора и фауна 13

Формации 16

Геологическое время 18

Объяснение временного графика 23

Геологический разрез 25

До эпохи рептилий 31

Докембрийский комплекс 31

Кембрийская жизнь 33

Ордовикская летопись 35

Силурийские события 36

Девонский прогресс 37

Леса каменноугольного периода 40

Трудности Перми 43

Эпоха рептилий 47

Динозавры 48

Растительный мир и климат 56

Следы угля и окаменелостей 57

Мезозойские беспозвоночные 58

Вымершие птицы 60

Предки млекопитающих 61

Возраст млекопитающих 64

Доисторические лошади 70

Мастодонты и мамонты 80

Ископаемые ямы Ранчо Ла Бреа 88

Возраст человека 93

Дополнительное чтение 95

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

Страница

За работой над скелетом динозавра 2

Ископаемые кости в скальных породах 7

Окаменелости насекомых 10

Реставрация носорога 12

Следы динозавров 17

График времени 22

Геологический разрез , Показывающий расположение пластов 26

Морские отложения Бентонской формации 28

Кости плезиозавра на месте 28

Окаменелости беспозвоночных 34

Модернизированные Рыбы 38

Доисторические растения 41

Морские рептилии 46

Диплодок	49
Траходонт	51
Стегозавр	52
Морская черепаха	54
Фрески, Зал млекопитающих	63
Природа и современная жизнь	65
Моропус	67
Титанотерии	69
Олигоценовые млекопитающие	71
Плейстоценовая лошадь	73
Строение коренных зубов	75
Скользкий тип коренных зубов	77
Американский мастодонт	79
Длиннозубый мастодонт	81
Коренной зуб мамонта	83
Мамонт Небраски	85
Ископаемые Ранчо Ла Бреа	87
Фолсом Бизон	90
Человек и мамонт	92

ИСКОПАЕМЫЕ

Введение

В последнее время наблюдается быстрый прогресс в двух направлениях. Коммерческая эксплуатация природных ресурсов, являясь фундаментальной для современной цивилизации, привлекает значительную долю талантов и энергии работников, подготовленных для промышленных профессий. Второе направление специализировалось на дальнейшем развитии наук, характерных для нашего времени. Такая деятельность в области естественной истории в основном связана с уточнением точных определений, номенклатуры и классификации, и все это мало что значит или вообще ничего не значит для непрофессионала, который занимается другими делами.

Для последних, однако, существует качество интереса, которое можно описать как здоровое любопытство к тому, что произошло, как это произошло, откуда мы знаем, что это произошло, и что это может значить для того, кто не является ни промышленником, ни ученым. Эта брошюра предназначена для многих, кто считает, что в музее естественной истории можно получить нечто большее, чем случайный взгляд на ошеломляющее “чудо”. В

дополнение к тому, что это путеводитель по ископаемым экспонатам, он содержит фрагменты великой истории, которые сами по себе образцы не могут рассказать.

ДОИСТОРИЧЕСКАЯ ЛЕТОПИСЬ

Все, что известно о вымерших растениях и животных, населявших землю до того, как человек начал записывать свои наблюдения, было получено в результате изучения горных пород. Несколько возможных исключений из этого правила, когда останки животных и растений были сохранены путем замораживания или сушки, настолько необычны, что вряд ли заслуживают упоминания.

Объяснение этого заключается в том, что ткани растений и животных быстро разлагаются в обычных условиях, когда прекращается жизнь. Без защиты от разрушительных факторов, которые особенно активны на поверхности земли, даже более тяжелые кости животных и большие стволы упавших деревьев вскоре рассыплются в бесформенные массы. Обычный метод, используемый природой для получения образца окаменелости, настолько тесно связан с естественным процессом образования горных пород, что потребуются небольшие знания в этом вопросе, чтобы понять, что такое окаменелости и как они сохраняются так долго.

Сначала следует понять, что ископаемое - это некая запись, обычно сохранившаяся в горных породах, о виде растения или животного, которое больше не существует как живой вид. Таково, по крайней мере, обычное значение этого слова, и более сложные определения мало кому помогают. Однако, возможно, необходимо добавить, что все существа, жившие в любое время, рассматриваются либо как растения, либо как животные.

Природный способ получения горных пород и окаменелостей остается загадкой для многих из нас, потому что мы настолько поглощены важностью поиска названий для вещей и материалов, что часто пренебрегаем рассмотрением источников и историй. Каждый узнает камень, когда видит его в большой массе, но когда он смотрит на песок, грязь, пыль или почву, он редко думает о том, что они каким-либо образом связаны с камнями. Хотя разница почти полностью зависит от размера, использование нами слов делает неразумным говорить о более мелких частицах как о камнях.

В естественной летописи не может быть никакой реальности или смысла для человека, который не смог заметить несколько простых фактов, которые связаны с изменениями, происходящими во всех частях мира в настоящее время. Что касается горных пород, то предполагается, что то, что происходит в наши дни, также происходило при сходных обстоятельствах много веков назад. Любой желающий может лично убедиться в том, что горные породы разрушаются везде, где они подвергаются воздействию стихии, что более крупные куски распадаются на более мелкие фрагменты и что конечным продуктом является песок или пыль.

Он может также заметить, что этот тонкоизмельченный материал перемещается и сортируется дождем, ветром и ручьями, переносится на более низкие уровни и накапливается в больших количествах везде, где он находит место для отдыха. Вместе с ним уходят палочки и листья, жуки, ракушки, кости и туши животных, некоторые из которых со временем могут превратиться в окаменелости. В больших озерах и морях наблюдается устойчивое распределение таких материалов по обширным территориям, вчерашнее накопление отложений погребается сегодняшним вкладом, самые последние поселения всегда располагаются на более старых, пока что-то не случается, чтобы нарушить это расположение.

Не так легко наблюдать другие части процесса, такие как уплотнение песков и илов в твердые песчаники и сланцы, которые мы снова распознаем как горные породы. Для выполнения многих из этих работ требуется больше, чем несколько десятков лет человеческой жизни, но многие из нас видели, как глинистые породы в результате простого высыхания затвердевают настолько, что их с трудом можно отличить от доисторических сланцев. Следует также отметить, что некоторые древние окаменелости происходят из песчаников, которые едва ли более похожи на скалы, чем сыпучий песок океанского пляжа. Таким образом, мы узнаем, что прочное уплотнение породообразующих материалов не всегда является признаком глубокой древности и что твердость породы не всегда важна для сохранения растений и животных.



Кости носорога , найденные в породе

Этот экспонат был взят из знаменитого карьера по добыче ископаемых в Агате, штат Небраска. Окаменевшие останки все еще частично залегли в песчанике, который сохранил их на миллионы лет.

Сами горные породы должны объяснять многие события, произошедшие на протяжении миллионов лет, и при тщательном изучении они делают это на удивление хорошо, поскольку многие факторы, повлиявшие на их историю, оставляют характерные следы. Изменение климата, осушение морей, поднятие горных хребтов - у всего этого есть способы регистрации, которые столь же убедительны и надежны, как и все, когда-либо написанное человеком. Кусочек за кусочком эта история была собрана воедино усилиями тысяч следователей. Отдельные части повествования остаются погребенными на недоступных глубинах, а целые главы, без сомнения, были уничтожены теми же силами, которые составили эту потрясающую летопись доисторических времен.

РАЗНОВИДНОСТИ ОКАМЕНЕЛОСТЕЙ

Было бы серьезной ошибкой считать, что природа разделена на ряд отдельных и независимых школ изучения ископаемых, каждая из которых отказывается использовать методы и приспособления другой. Однако есть определенные особенности, которые выделяются настолько заметно, что небольшая классификация становится полезной. Хотя эта процедура выявляет различия, следует понимать, что на самом деле процессы работают вместе, и несколько из них обычно задействованы в производстве любого отдельного образца.

(1) Отпечатки животных и растений или их частей часто остаются в мягком песке или грязи, которые позже превращаются в более прочный камень. Этот тип окаменелостей представлен отпечатками лап животных и листьев, цветов, насекомых и тому подобных предметов, которые могут быть смешаны с тонкоизмельченными материалами обычных осадочных пород.

(2) Части растений и животных могут постепенно заменяться минеральными веществами с незначительными изменениями или без них по сравнению с первоначальной формой и текстурой. Окаменелости этого класса считаются окаменевшими или превратившимися в камень. Их также называют заменителями. Мясистые части животных не окаменевают.

(3) Многие животные среди беспозвоночных используют минеральные вещества для защитных или поддерживающих конструкций. Мелкие растения различных видов придерживаются аналогичной практики. Эти структуры, образующиеся из каменистых материалов, легко превращаются в окаменелости. Раковины моллюсков - наиболее известные иллюстрации в этой области, и все, что требуется для того, чтобы раковина стала ископаемой, - это вымирание вида животных, которые ее произвели. Окаменелости этого типа чрезвычайно многочисленны.

(4) Среди возможностей получения ископаемых могут быть упомянуты консервирующие вещества, отличные от тех, которые образуются в обычных горных породах. Известно, что кости сохранялись в асфальте, а насекомые - в смолах, но таких случаев немного по сравнению с результатами других методов.

(5) В редких случаях имело место сохранение вымерших существ путем высушивания или охлаждения. Иногда мумии находят со сморщенной плотью и сохранившейся кожей, но лучшая сохранность всех тканей достигается, когда температуру быстро снижают ниже точки замерзания и держат там без перерыва. Это может произойти только в более холодных

частях земли и всегда подвержено климатическим изменениям. Эффект высыхания также может быть сведен на нет в любой момент небольшим увеличением количества влаги.

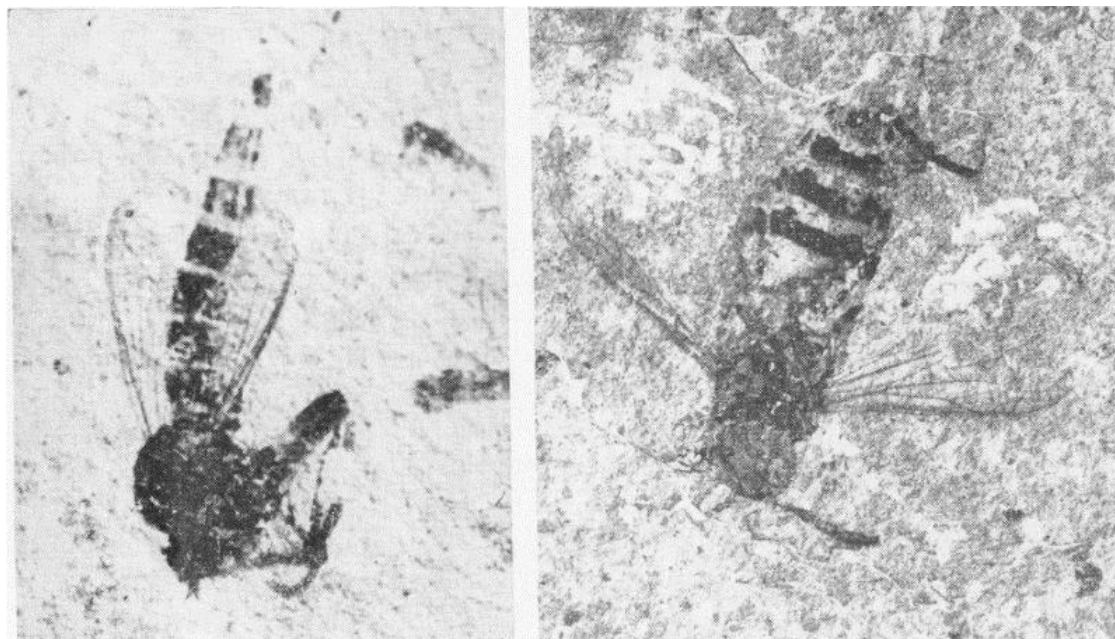
(6) В угольных пластах часто встречаются окаменелости необычного вида. При образовании угля растительный материал постепенно теряет часть своих наиболее скоропортящихся веществ, но сохраняет углерод, который обладает более долговечными свойствами и медленно накапливается, образуя пласты, которые разрабатываются. На ранних стадиях процесса первоначальная растительность претерпевает незначительные изменения во внешнем виде, но со временем практически все ее свойства теряются. Многие ископаемые листья обнаружены в виде тонких слоев углерода, залегающих в глинах, которые обычно связаны с залежами угля.

(7) Конкреции, представляющие собой затвердевшие комки минеральных веществ, обычно встречающиеся в песчаниках и сланцах, часто ошибочно принимают за окаменелости из-за их своеобразной формы. Однако существуют местности, в которых минеральные растворы концентрировались и осаждались вокруг раковин, листьев, семян или подобных объектов, что приводило к обилию окаменелостей, которые можно было получить, вскрыв конкреции. Окаменелости этого типа хорошо известны из Мейзон-Крик и других районов Иллинойса, Канзаса, Колорадо и других мест.

ОКАМЕНЕНИЕ

Следы не нуждаются в особых объяснениях, кроме рассмотрения факторов, которые делают возможным их сохранение. Песок или грязь не должны быть ни слишком мягкими, ни слишком твердыми, чтобы принять форму ступни и сохранить ее форму, когда ступню убирают. Затем каким-либо образом необходимо защитить оттиск, пока продолжается процесс образования камней. Когда такая защита получается, она обычно представляет собой большее количество грязи и песка, нанесенных на поверхность, на которую был нанесен оттиск. Позже покрытие может быть отделено от нижней части наплавки, которая служит формой, и, если отделение будет выполнено успешно, будет получен естественный слепок стопы, а также форма, в которой она была изготовлена. Поскольку в лаборатории такого рода не всегда созданы условия для идеальной работы, неудивительно, что ископаемые следы очень редки, учитывая количество и разнообразие следов, оставленных бродячими животными.

Отпечатки на листьях объясняются почти таким же образом, за исключением того, что лист остается под своим защитным покровом до тех пор, пока не загниет. Подобные отпечатки можно получить на телах нежных беспозвоночных животных, но они редко сохраняются из-за мягкости тканей. Более мелкие рыбы дают гораздо лучший материал для получения окаменелостей в соответствии с этим методом. В то время как рыба расплющивается под весом окружающих отложений, чешуя, плавники и мягкие кости сохраняют свое положение и обеспечивают необходимую устойчивость, чтобы создать впечатление о форме тела после удаления мякоти.



Окаменелости насекомых (увеличенные)

Прекрасные экземпляры этого типа добываются на дне старого озера во Флориссанте, штат Колорадо.

Более крупные и впечатляющие окаменелости, такие как скелеты, черепа и отдельные кости, почти всегда относятся к замещающему типу. Замена растительных и животных веществ минеральными - процесс медленный, и в более молодых окаменелостях изменение редко завершается, часть исходного материала присутствует в частично измененном состоянии или не модифицирована вообще. Поскольку воздух не часто переносит необходимые материалы и обеспечивает другие необходимые условия, замену можно рассматривать как нечто, происходящее под землей или в воде. Возможно, это лучше всего объяснить в связи с известняками, потому что кальцит или “известь” часто является заменяющим веществом, хотя для этой цели могут служить другие минералы, особенно кварц.

Помимо преобразования костных или древесных объектов в каменную субстанцию, минеральные заменители могут помочь в производстве и сохранении окаменелостей другим способом. Это часто приводит к заполнению полостей каким-либо породообразующим веществом, которое замедляет разрушение в результате дробления или других повреждений. Во многих случаях так называемые ископаемые раковины вовсе не являются раковинами; вместо этого они представляют собой просто каменистую начинку, которая когда-то была окружена веществом раковины. В других случаях первоначальный панцирь остается таким, каким он был при жизни его прежнего обитателя, причем сохранность панциря в значительной степени обусловлена заменой некогда присутствовавших мягких тканей животного минеральным наполнителем.

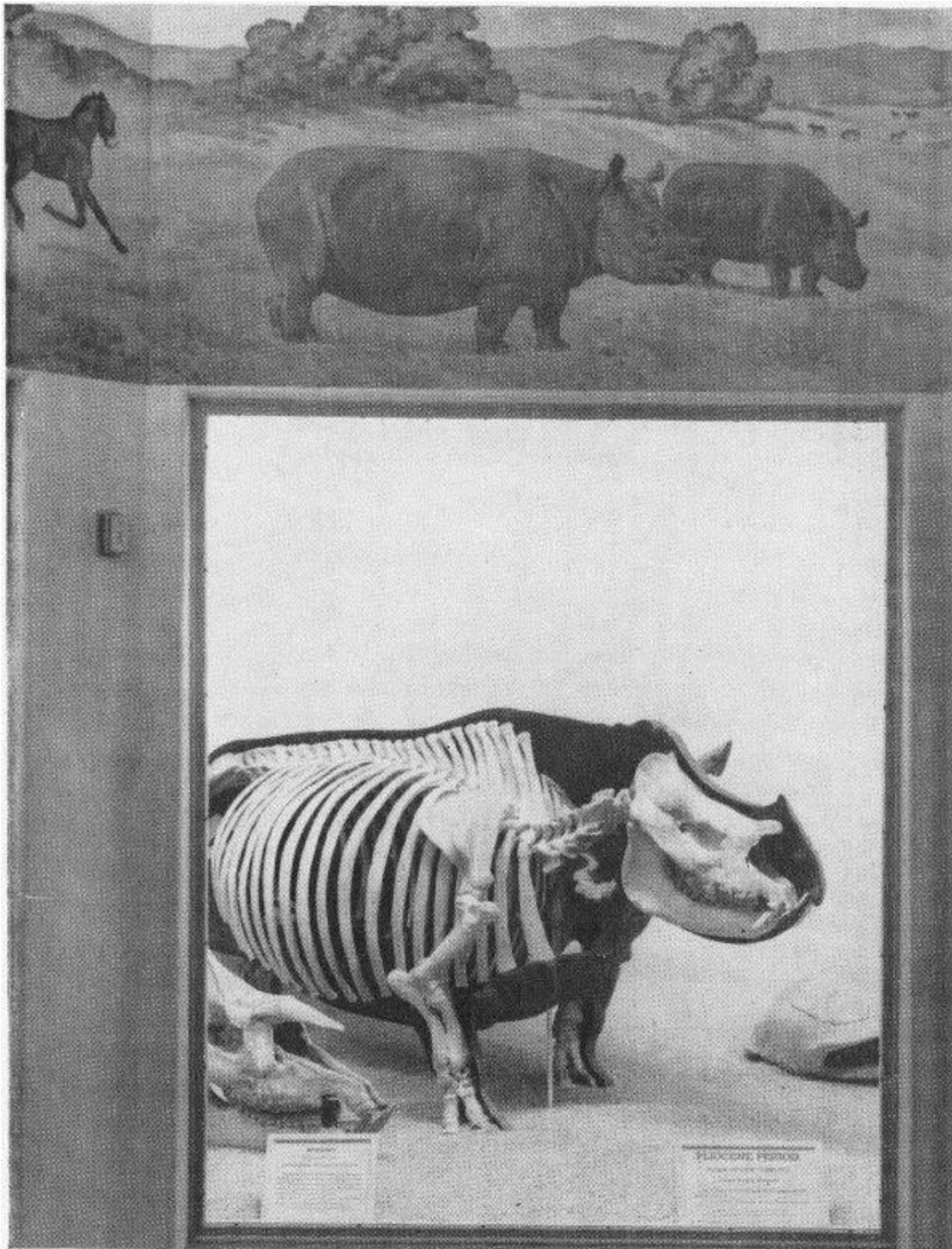
Известняк образуется в результате более сложного процесса, чем тот, при котором образуются песчаник и сланцы. Это один из трех типов распространенных горных пород, известных под общим названием осадочных пород, в которых найдены окаменелости. Однако он отличается от песчаников и сланцев тем, что большая часть его вещества была растворена в воде, а не транспортировалась в виде тонко измельченных частиц породы. Известь встречается во многих разновидностях горных пород, которые подвергаются износу под воздействием природных факторов по всему миру. Медленно, но более или менее непрерывно она извлекается из этого источника грунтовыми и поверхностными водами,

вступающими с ней в контакт. Особенно активна газированная вода, которая проникает под землю через поры и расщелины.

Эта подземная циркуляция минерального вещества в растворенном состоянии объясняет появление окаменелостей на участках суши, которые не обязательно были затоплены в течение какого-либо длительного периода времени, поскольку хорошо известно, что останки растений и животных не всегда смываются в озера или моря и что не все осадочные отложения образовались в больших водоемах. Здесь мы имеем дело с так называемым континентальным типом осадконакопления и такими ископаемыми, как динозавры, мастодонты, трехпалые лошади и другие бывшие обитатели суши.

Для того, чтобы превратиться в окаменелость должным образом, абсолютно необходимы определенные условия, и лишь небольшой процент некогда жившего множества людей подвергается требуемой обработке. Вскоре после смерти должна быть обеспечена некоторая защита от деятельности плотоядных птиц и зверей, которые разделяют и разбрасывают части туши, также от более мелких грызущих животных, которые продолжают разрушение, и, наконец, от ветра, солнца, дождя, мороза, а также бактериальной и химической активности, которая всего за несколько лет удалит все, за исключением, возможно, нескольких кусочков зубной эмали, которая является самой твердой из тканей животных.

Небольшое покрытие грунтовым веществом в любой форме служит для предотвращения распада, и этого можно добиться несколькими способами. Животные, погибающие в болотах или зыбучих песках, вскоре засыпаются; во многих населенных пунктах за дело берутся пыль и песок, переносимые ветром; а затопленные речные долины обеспечивают обилие грязи для необходимого захоронения других. Даже под землей распад мягких тканей происходит слишком быстро, чтобы их можно было заменить минеральным веществом таким образом, чтобы воспроизвести форму и текстуру. Кожа и плоть почти всегда теряются, хотя в нескольких случаях, как известно, на толстых чешуйчатых шкурах динозавров были сделаны естественные слепки методом, описанным в связи со следами ног и другими отпечатками.



Скелет этого доисторического американского носорога заключен в “половинку панциря”, который был смоделирован поверх костей, чтобы показать форму живого животного. Реконструкция художника представлена на картине над экспозицией окаменелостей.

Что касается более прочных тканей, обнаруживаемых в зубах, костях и панцирях животных или древесных частях растений, то здесь дело обстоит иначе. Эти части прочно погружаются в землю, но доступ влаги остается, и она немедленно начинает действовать; ведь вся вода, движущаяся под землей, находит растворимые вещества, которые она подхватывает и уносит с собой, куда бы ни направлялась, и большая часть груза состоит из минеральных веществ, которые могут быть выгружены снова, когда будут найдены необходимые условия.

Насыщенные минералами воды отбрасывают один вид вещества, поглощая другой, который растворяется легче, и это происходит рано или поздно, когда натыкаешься на закопанную кость или бревно. В процесс вступают различного рода осложнения, но конечным результатом часто является полное изменение одного химического состава на другой, более стойкий, причем преобразование происходит настолько постепенно и тщательно, что во многих окаменелостях внутренняя структура исходной ткани воспроизводится так же точно, как мелкие детали поверхностных особенностей.

Однако, превращенный в камень, результат все еще далек от постоянного. Находясь еще под землей, ископаемое подвергается искажению и поломке из-за движений грунта, которые изгибают и смещают скальные отложения. То, что вызывает эти подъемы и впадины земной поверхности, остается предметом многочисленных дискуссий, но то, что они произошли в больших масштабах и продолжают происходить, совершенно очевидно. На больших высотах поверхностные породы и окаменелости подвергаются большему разнообразию разрушительной деятельности, чем на более низких уровнях, где с большей вероятностью будут созданы и сохранены защитные покрытия. Лишившись этой защиты, у ископаемого мало шансов выжить. Вне всякого сомнения, каждый год в результате погодных условий и речной эрозии повреждается или уничтожается много тысяч тонн доисторических останков.

ФЛОРА И ФАУНА

Поскольку различные типы отложений продолжают накапливаться на суше и в воде, они образуют отложения песчаников, глин и известняков, которые со временем могут приобретать большую толщину и покрывать обширные участки морского дна или континентальной поверхности. Обычно происходит большее или меньшее перемешивание отложений, в результате чего образуются песчаные известняки, известковистые глины и другие комбинации. Однако довольно часто типы остаются довольно чистыми, но располагаются слоями, которые чередуются от одного вида материала к другому. Во все времена характер месторождения будет зависеть от природы пород, из которых извлекаются материалы, и любые окаменелости, которые могут быть получены, будут состоять из таких растений и животных, которые живут и умирают в течение того времени, когда образуется порода.

Некоторые слои горных пород будут богаты остатками растений и животных, другие - совершенно бесплодны, разница отчасти объясняется условиями, влияющими на жизнь региона. Кроме того, характер и количество породообразующих материалов в то время могли быть благоприятными или неблагоприятными для сохранения окаменелостей. Моря, озера и долины могут в любой момент быть осушены или расширены и углублены в результате изменения высоты подстилающих пород. Количество и разнообразие минеральных веществ, растворенных в водах региона, влияют не только на характер отложений горных пород, но и на растения и животных, обитающих в воде. Некоторые из этих химических растворов дают цементирующие материалы, которые связывают песчинки и ил; другие оказывают пагубное воздействие на ранее нанесенный цементирующий материал, и поэтому строительство и разрушение продолжают непрерывно, более или менее параллельно, что приводит к сложным и часто загадочным результатам.

Немного больше соли или чуть меньше ее может полностью изменить разнообразие жизни, населяющей водоем. Небольшое изменение глубины воды часто приводит к тому же результату, поскольку растения и животные настолько тонко приспособлены к окружающей среде, что условия, смертельные для одной расы существ, могут точно соответствовать

жизненным потребностям другой. Это вопрос практических знаний, которые сегодня используются при выращивании растений и животных для рыночных целей. Это также постоянно демонстрируется на живых объектах в экспериментальных лабораториях по всему миру; и, в более широком смысле, факты можно наблюдать везде, где жизнь рассматривается в связи со средой обитания. То, что что-либо столь очевидное должно рассматриваться как догадки или теоретизирование, или противоречащее истине, применительно к бывшим жителям земли, несколько удивительно. И, можно добавить, культурная ценность изучения ископаемых сосредоточена именно на этом моменте, поскольку мужчины и женщины сейчас вмешиваются, сознательно или неосознанно, мудро или неразумно, в чрезвычайно важную среду, о которой они узнали очень мало - ту, которая называется, среди прочего, "цивилизацией".

Для любой части мира полный список различных видов растительных обитателей включает в себя *флору* этого региона, и аналогичное краткое описание животного мира известно как *фауна* данного района. Общеизвестно, что разные виды как растений, так и животных населяют разные регионы земли, но за пределами профессиональных кругов только начинают признаваться, что изменения во флоре и фауне происходят время от времени, что небольшие различия могут быть отмечены в ходе наблюдений, длящихся всего несколько лет, и что все в фауне или флоре в конечном итоге может быть вытеснено новыми формами.

Однако обычно эти термины используются в связи с периодами времени, залеганием горных пород и типами окружающей среды, а также географическими районами. Таким образом, у нас есть такие фразы, как "фауна мелового периода" (обозначающая геологический период), "фауна Бентона" (относящаяся к окаменелостям скального образования), "морская флора" (использующая название окружающей среды), "арктическая флора" (относящаяся к определенной части земной поверхности и ее растительным обитателям).

Фауны включают животных, которых многие люди не признают таковыми. Губки, кораллы, насекомые, черви, крабы, устрицы и множество других бескостных существ сгруппированы вместе как *беспозвоночные* животные, в то время как другая группа включает рыб, амфибий (современные жабы, лягушки и саламандры), рептилий (хорошо известные разновидности крокодилов, ящериц, змей и черепах), птиц и млекопитающих. Эта вторая группа, снабженная позвоночниками и скелетами, составляет большой отряд *позвоночных* животных.

Флоры также включают виды, которые обычно встречаются, но не идентифицируются как растения. Водоросли, пожалуй, наиболее известны как морские водоросли, водяной шелк и прудовая пена; грибы - как поганки и плесень. Обе группы многочисленны и занимают важное место в растительном царстве; однако только водоросли признаны важными производителями ископаемых. Более известными видами растений являются мхи, папоротники, вечнозеленые растения, злаки и более заметные цветonoсные формы, от сорняков до деревьев.

Многие горные породы обязаны своим характером работе больших колоний растений или животных, поскольку живые организмы часто являются активным агентом, который извлекает растворенное минеральное вещество из жидкости-растворителя и возвращает его обратно в твердую форму. Жидкость - это, конечно, вода, в которой живут существа, в то время как минеральное вещество часто становится товаром, необходимым растению или животному в их образе жизни. У моллюсков есть способ использовать известь для производства раковин, и многие пласты известняка почти полностью состоят из этого побочного продукта жизнедеятельности моллюсков. Крошечные коралловые полипы строят

сложные и красивые структуры из одного и того же минерального вещества. Неповрежденные или в разрушенном состоянии, эти структуры в значительной степени способствуют образованию известняков. Водоросли, одни из самых низменных растений, проделали обширную работу в аналогичном направлении, и многочисленные беспозвоночные животные могут быть названы важными факторами образования горных пород. Многие раковины и другие изделия сохраняют свои особые узоры еще долгое время после истребления их создателей, и таким образом представлена весьма информативная часть летописи окаменелостей. Это также, безусловно, большая часть летописи, поскольку в более ранние эпохи доисторического времени не было позвоночных животных любого вида, в то время как летопись беспозвоночных восходит к докембрийскому времени.

ФОРМАЦИИ

Если бы в какой-нибудь части Северной Америки происходило устойчивое накопление осадочных материалов при постоянно благоприятных условиях с начала кембрийского периода, результатом стало бы отложение песчаников, глин и известняков протяженностью почти пятьдесят миль от основания до вершины. Эти цифры основаны на фактическом производстве в Северной Америке, где во многих населенных пунктах были проведены обширные измерения. Когда другие части света будут столь же тщательно исследованы и в расчеты будут включены более древние отложения, общая толщина таких пластов, вероятно, составит более ста миль.

Никогда не было создано ни одной груды камней, представляющей полный поперечный разрез геологической летописи, но отдельные участки разреза доступны для обозрения на всех континентах. Для проведения желательных исследований и сравнений было необходимо разделить этот большой составной участок на небольшие блоки, которые могут быть названы тем или иным образом и определенно расположены по отношению к нижним и высшим, или более старым и более молодым слоям. Для достижения этой цели была разработана идея о скальных *образованиях*, и здесь у нас есть слово, определение которому дается нелегко даже тем, кто с ним знаком. Тем не менее, оно используется настолько часто, что становится желательным некоторое понимание его значения.

А *Формацию* можно рассматривать как обширную горную массу, изменяющуюся по толщине и другим пропорциям, а также по составу, но представляющую собой период времени, в течение которого не произошло значительных изменений в характере растительной и животной жизни и серьезных перерывов в отложении порообразующих материалов. Иногда нижняя и верхняя границы пласта четко определены и легко локализируются. Однако часто переход происходит постепенно, одна формация сливается с другой без видимых признаков разделения. В таком случае первоначальное описание служит для установления более или менее определенных границ формации.

Описания публикуются всякий раз, когда работник считает, что он обнаружил значительную часть большого участка, которая ранее не была названа. Обычной практикой является применение названия, взятого из местности, в которой были исследованы пласты, и таким образом названия образований становятся ассоциированными с городами, реками, округами, горами, штатами и другими географическими объектами. Местность, которая дает название, затем рассматривается как “типичная местность” для формации, но везде, где эти же пласты могут быть прослежены или иным образом идентифицированы, применяется одно название формации.



Следы динозавров

Древняя тропа в песчанике формации Дакота. Восточный склон хребта Хогбек, к западу от Денвера.

"Формация Дакота", если использовать удобную иллюстрацию, упоминается во множестве отчетов, касающихся геологии Колорадо, Айовы, Канзаса, Небраски, Нью-Мексико, Техаса, Юты и Вайоминга, а также Дакот. На геологической карте Колорадо он появляется по обе стороны Скалистых гор, разбросанный полосами и участками от пограничных линий с севера на юг. Гряды легко найти в предгорном районе к западу от Денвера из-за их склонности образовывать выступающие гребни, известные как хогбеки.

Многие образования обнажены на гораздо меньшей территории, некоторые имеют еще большую протяженность. Толщина может варьироваться от нескольких дюймов до тысяч футов, и нет двух абсолютно одинаковых экспозиций, хотя некоторое сходство обязательно присутствует во всем. "Обнажения" - это просто участки пластов, которые не скрыты рыхлыми породами, почвой и растительностью или вышележащими образованиями. Стены каньонов, крутые скалы и склоны гор, овраги и бесплодные земли обеспечивают большое разнообразие природных экспозиций. В таких местах горные породы и окаменелости могут быть изучены с наибольшей пользой.

Поскольку формация может содержать множество пластов, включая песчаники, сланцы, известняки и всевозможные смеси, иногда возникает необходимость ее разделения; но формации представляют собой наименьшие единицы, обычно показываемые на геологических картах. Это настоящие камни, которые вписываются в историческую схему вещей и могут быть уместно расценены как страницы книги, написанной природой в камне.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ВРЕМЯ

"Сколько им лет?" "Как вы можете узнать их названия по камням?" Это типичные примеры вопросов, наиболее часто задаваемых относительно окаменелостей. Второй вопрос следует за обычным ответом на первый, поскольку доисторические растения и животные так же

стары, как скалы, в которых они найдены. Ответ относительно возраста, должно быть, дают породы и то, что мы узнали о них за многие годы напряженной работы, вдумчивых наблюдений и тщательного изучения. Названия, однако, взяты из другого источника. Природа, по-видимому, долгое время обходилась без использования слов. С тех пор как человек заговорил, у него не было проблем с изобретением названий для интересующих его вещей.

Первые исследователи горных пород и окаменелостей также многого достигли, не имея возможности датировать события по годам, хотя многие из их усилий и интересов были сосредоточены на проблеме обнаружения непрерывной последовательности событий во фрагментах обнаруженных свидетельств. Эта относительно простая задача не была полностью решена, и некоторые перерывы в записи признаны “временными промежутками”, которые, возможно, никогда не войдут в историю.

Вопрос о времени, выраженном в годах, был загадкой, которая привлекала определенное внимание еще в первые дни расследования. Ее решение было предпринято несколькими методами задолго до того, как накопилось достаточно информации, чтобы заставить их работать удовлетворительно, что отчасти объясняет крайние различия в результатах вычислений. Даже сейчас следует ожидать, что изменения должны быть внесены до тех пор, пока продолжаются соответствующие исследования. Два наиболее многообещающих метода исследования в последние годы привели к удивительно большим цифрам. В современных оценках, вероятно, присутствует большая точность, чем когда-либо прежде, но, за исключением сравнительно недавнего времени, пока нет способа узнать с интервалом в миллионы лет, когда жило то или иное существо.

В ранних расчетах использовались астрономия и физика, но, хотя некоторые геологи относились к ним серьезно, вскоре другие признали, что определенные события, выявленные в истории Земли, не могут быть объяснены за столь короткий промежуток времени, как указывали эти методы. Одна из первых оценок давала в общей сложности всего двадцать пять миллионов лет и включала большой промежуток времени, в течение которого земля, согласно преобладающей теории, была больше похожа на солнце, чем на камень, время, когда зарождались планеты и земля не могла находиться в своем нынешнем физическом состоянии, что является главной заботой геолога. Поскольку те более ранние условия не могли поддерживать жизнь в том виде, в каком мы ее знаем, наши знания космической истории оказывают небольшую услугу при изучении окаменелостей.

Среди методов, предлагаемых астрономией и законами физики, есть один, основанный на вероятной скорости, с которой земля остывала из своего расплавленного состояния до нынешней температуры. В настоящее время считается, что тепло земли не обязательно связано с первоначальным расплавленным состоянием и что устойчивая скорость охлаждения не может быть установлена. Таким образом, любые цифры, основанные на такой процедуре, сегодня дискредитированы.

Количество соли в океанах и время, необходимое для ее концентрации там в результате естественных процессов, предлагают другой способ решения проблемы. Хорошо известно, что соль добавляется в моря с довольно постоянной скоростью; таким образом, морская вода должна становиться соленее из года в год. Соль поступает из горных пород, обнаженных на поверхности суши, и переносится реками, которые осушают эти районы. Анализируя речные воды, можно оценить количество соли, ежегодно сбрасываемой в океаны, а также с помощью химического анализа сравнительно просто подсчитать общее количество, присутствующее в настоящее время в океанах. Некоторые недавние расчеты

показывают, что ежегодно добавляется тридцать пять миллионов тонн соли, и эта цифра, разделенная на общее количество за все годы, дает возраст океанов в триста шестьдесят миллионов лет.

Однако есть определенные другие факторы, которые усложняют проблему. Например, известно, что участки суши, подверженные поверхностному дренажу, не всегда были их нынешних размеров, а ежегодная добыча соли различными типами горных пород, обнажавшихся в разное время в истории земли, не всегда была такой, как сейчас. Горные породы также должны быть старше океанов, но насколько они старше, невозможно определить с помощью цифр, полученных таким образом.

До начала нынешнего столетия мало кто ожидал появления более совершенной измерительной палочки, чем та, которая использовалась в то время и которая зависела от общей толщины осадочных отложений и продолжительности времени, необходимого для образования этого огромного скопления материала, известного как геологическая колонна. Поскольку общая толщина или высота столбца не были точно известны, и с учетом выявленных временных пробелов, которые необходимо было преодолеть, было мало надежды на установление полной хронологии с помощью этого устройства, но оно предоставило крайне желательную и надежную информацию, касающуюся отдельных частей записи.

Система была несколько усовершенствована с момента ее самого раннего использования, и одно из ее последних применений дает нам возраст известных осадочных пород почти в полмиллиарда лет, исходя из общей толщины в сто миль и средней скорости образования одного фута отложений в 880 лет. Его самая большая слабость связана с отсутствием надежного фактора, позволяющего позаботиться о длительных промежутках времени, в течение которых, как известно, осадочные породы подвергались разрушительным процессам. Такой критерий не может быть применен к породам, которые были разрушены, и есть веские основания полагать, что эти перерывы могут в несколько раз превышать промежуток времени, указанный количеством породы, оставшейся в собранной колонне.

Однако после открытия радия нынешнее столетие открыло новую область знаний, которая внесла значительный вклад в измерение геологического времени. Проникающие лучи, производимые радием и другими радиоактивными веществами, обусловлены чрезвычайно медленным, но сильным распадом материала. Уран и торий - радиоактивные элементы, которые встречаются в горных породах во многих частях света. В процессе так называемого распада материал практически не теряется; вместо этого происходит сложная серия превращений, в ходе которых образуются другие элементы, одним из которых является сам радий. Гелий и свинец в конечном итоге заменяют менее стабильные элементы, и известная скорость, с которой накапливаются эти продукты, дает крайне желаемый ключ к определению возраста горных пород.

Часть газа, гелия, может выделяться, но, за исключением редких случаев, когда могут произойти химические изменения, потери свинца, вероятно, не происходит. К счастью, когда этот металл образуется в результате радиоактивности, он немного отличается по атомному весу от обычного свинца; в противном случае присутствие последнего вводило бы в заблуждение. Поскольку скорость, с которой происходит изменение, не может быть увеличена или уменьшена, предполагается, что на протяжении прошлых эпох оно никогда не было быстрее или медленнее. Величина такого изменения, произошедшего в любом массиве радиоактивных минералов, может быть измерена методами, используемыми в физике и химии. Если будет обнаружено, что для получения такого количества

присутствующего гелия или свинца при скорости работы исходных элементов требуется сто миллионов лет, то месторождение полезных ископаемых должно быть по меньшей мере такого возраста.

Определенные условия, конечно, серьезно усложняют проблему: знание возраста куска породы, который случайно содержит какой-либо радиоактивный элемент, мало помогает в исторических исследованиях, если только порода не может быть определенно связана с флорой или фауной или каким-либо выдающимся событием, выявленным в результате геологических исследований. Но было несколько случаев, когда присутствовало большинство необходимых условий, и, без сомнения, появятся новые и лучшие возможности для применения этого метода. Другие элементы или их радиоактивные изотопы уже используются с хорошими результатами. Некоторые из них, такие как углерод 14, являются более чувствительными индикаторами для точной датировки событий сравнительно недавнего времени.

Когда этот тип измерений может быть использован, он гораздо менее подвержен неопределенностям, чем любой другой. Это обещает устранить всякую необходимость в догадках и приближается к той степени точности, которая удовлетворяет ученого, человека, который категорически не любит неопределенности любого рода. Если подходящий материал может быть найден только в нужных местах, он должен выполнить то, чего не может сделать предыдущий метод, — точное измерение больших временных разрывов, которые прерывают геологическую летопись во многих местах. Кое-что в этом направлении уже было достигнуто, поскольку радиоактивный материал был обнаружен в некоторых из древнейших горных пород. Несмотря на разрушения, происходящие в других населенных пунктах, эти породы продолжали фиксировать течение времени, и это указывало на огромную древность земли и некоторых из ее первых обитателей.

Анализы, проведенные на радиоактивных минералах из округа Гилпин, штат Колорадо, установили возраст пород позднего мела или раннего кайнозоя в шестьдесят миллионов лет, что обеспечивает удобную и достаточно точную дату начала эры млекопитающих. В России одно из старейших месторождений полезных ископаемых, изученных таким образом и считающихся раннекембрийским, дало поразительную цифру в 1 850 000 000 лет; следовательно, то, что мы обычно называем геологической историей, можно рассматривать как охватывающее диапазон примерно в два миллиарда лет. Земля, в той или иной форме, по всей вероятности, прошла через более раннюю историю, длившуюся еще миллиард лет или более.

Где бы мы ни бродили, часть доисторических записей можно найти в камнях под ногами и недалеко от поверхности. Уже упомянутые формации можно рассматривать как страницы — часто вырванные и сильно разбросанные — собственной книги природы, в которой геологические периоды являются главами. Но вместо нумерации этих страниц и глав мы *называли* их, чтобы упорядоченно собрать части и привести их в состояние, делающее книгу разборчивой. Однако названия не могут оказать должной услуги, за исключением случаев, когда они связаны с временной диаграммой и очерком истории Земли.

GEOLOGICAL TIME

CENOZOIC	AGE OF MAN	1	<i>Figures to the left denote millions of years that have elapsed up to recent time</i>	RECENT	MAN AND HIS CULTURE
				PLEISTOCENE	LAST OF MAMMOTHS & MASTODONS
		7		PLIOCENE	HORSES MODERNIZED
		20		MIOCENE	GRASSES AND GRAZING ANIMALS
		35		OLIGOCENE	THREE-TOED HORSES, RHINOS, CAMELS
		60		EOCENE	SPECIALIZATION OF PRIMITIVE ANCESTORS DECLINE OF ARCHAIC TYPES MAMMALS FLOURISHING
MESOZOIC	AGE OF REPTILES	125		CRETACEOUS	LAST OF GREAT REPTILES SPECIALIZATION OF DINOSAURS
		160		JURASSIC	BONY FISHES THRIVING FLOWERING PLANTS ADVANCE CYCADS
		200		TRIASSIC	BIRDS AND FLYING REPTILES FEW SMALL MAMMALS OF LOWER ORDERS DINOSAURS BECOME PROMINENT
PALEOZOIC	AGE OF AMPHIBIANS	225		PERMIAN	REPTILES ADVANCING AMPHIBIANS DOMINANT
		300		CARBONIFEROUS	INSECTS DENSE FORESTS OF SPORE-BEARING PLANTS
	AGE OF FISHES	350		DEVONIAN	SHARK-LIKE FISHES LAND FLORAS ESTABLISHED
		375		SILURIAN	FIRST LAND ANIMALS (SCORPIONS) ARMORED FISHES PROMINENT
	AGE OF INVERTEBRATES	425		ORDOVICIAN	CORALS AND BRYOZOA PROGRESS AMONG MOLLUSKS
		500		CAMBRIAN	BRACHIOPODS GAINING TRILOBITES DOMINANT ADVANCE OF SHELLLED ANIMALS
PROTEROZOIC ARCHEOZOIC	EARLIEST LIFE	1000		UPPER PRE-CAMBRIAN	SMALL MARINE INVERTEBRATES LOWEST FORMS OF PLANT AND ANIMAL LIFE FEW FOSSILS
		2000		LOWER PRE-CAMBRIAN	SOME CHEMICAL EVIDENCE OF LIFE NO FOSSILS

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ВРЕМЯ

Цифры слева обозначают миллионы лет, прошедших до недавнего времени

КАЙНОЗОЙСКАЯ

эра человека		
	СОВРЕМЕННЫЙ	человек и его культура
1	ПЛЕЙСТОЦЕН	Последние мамонты и мастодонты
Эра млекопитающих		
7	ПЛИОЦЕН	Модернизированные лошади
20	МИОЦЕН	Травы и пастбищные животные
		Трехпалые лошади, носороги, верблюды
35	ОЛИГОЦЕН	Специализация примитивных предков
60	ЭОЦЕН	Упадок архаичных типов
		Расцвет млекопитающих
МЕЗОЗОЙСКАЯ		
эра рептилий		
125	МЕЛОВОЙ ПЕРИОД	Последние крупные рептилии
		Специализация динозавров
160	ЮРСКИЙ	период, когда процветают костистые рыбы,
		Развитие цветковых растений,
		Саговники,
		Птицы и летающие рептилии
200	ТРИАСОВЫЙ период,	несколько мелких млекопитающих низших порядков,
		Динозавры становятся заметными,
ПАЛЕОЗОЙСКИЙ		
возраст амфибий,		
225	ПЕРМСКИЙ	период, когда появляются рептилии,
		амфибии, преобладающие насекомые,
300	КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ ПЕРИОД,	Густые леса спороносных растений,
	Возраст рыб,	
350	ДЕВОНСКИЙ период,	Акулоподобные рыбы,
		Сформировалась наземная флора,
375	СИЛУРИЙСКИЙ период,	первые наземные животные (скорпионы),
		Панцирные рыбы,
Возраст Беспозвоночные		
425	ОРДОВИКСКИЕ	кораллы и мшанки
		Прогресс среди моллюсков
500	КЕМБРИЙСКИЕ	брахиоподы, преобладающие среди
		трилобитов
		Прогресс животных с панцирем
ПРОТЕРОЗОЙ		
РАННЯЯ ЖИЗНЬ		
1000	ВЕРХНИЙ ДОКЕМБРИЙ	Мелкие морские беспозвоночные

Низшие формы растительной и животной жизни
Несколько окаменелостей

АРХЕОЗОЙ

2000 НИЖНИЙ ДОКЕМБРИЙ

Некоторые химические свидетельства жизни
Окаменелостей нет

Такие вспомогательные средства время от времени разрабатывались и пересматривались. С начала научных исследований никакие цифры не были предложены в качестве окончательных или абсолютно “правильных”. Были предложены временные деления, которые еще не вошли в обиход, в то время как другие были оставлены или изменены. Источников информации настолько много, что нельзя справедливо отдать должное тому, что является актуальным. Представленная здесь объединенная диаграмма и схема основаны на расчетах времени по недавней дате, но цифры слегка округлены исключительно для того, чтобы их было легче запомнить. Принимая во внимание все еще существующую вероятность ошибки, считается, что небольшое изменение цифр может оправдать себя. Не нужно считать вводящим в заблуждение, если принять во внимание нынешнюю цель — стимулирование интереса к естественной истории, который жизненно не связан с небольшой разницей между тысячей миллионов лет и девятьюстами девяноста девятью миллионами лет.

ОБЪЯСНЕНИЕ ВРЕМЕННОГО ГРАФИКА

Все геологическое время было разделено в соответствии с различными практиками. Развитие жизни, возможно, является единственной выдающейся чертой деления времен, но по большей части изменения во флоре и фауне были постепенными, а не резкими, и это очень затрудняет проведение четких линий или визуализацию начала и окончания различных стадий развития. Иногда есть хороший повод подвести черту, когда рекорд прерывается и возобновляется снова по прошествии длительного промежутка времени. Основной причиной таких разрывов является поднятие огромных массивов суши, что приводит к периоду эрозии и разрушению поверхности поднятых территорий.

Эти движения частей земной коры были исключительно выраженными в определенное время, часто достигая кульминации в образовании горных систем, и из-за экстремальных изменений, которые они вносят, известны как революции. Основные подразделения доисторического времени были установлены, по крайней мере частично, такими *революциями*; земная кора, климатические или другие *нарушения*, в меньшем масштабе и повторяющиеся с большей частотой, могут рассматриваться как устанавливающие границы для второстепенных подразделений. Следовательно, у нас есть пять великих эпох геологической истории, и они снова разделены на периоды. На временной диаграмме показано расположение, обычно используемое в Америке. В первой колонке названия эпох приведены в технической форме. С этими терминами тесно совпадают популярные названия эпох, которые приведены во второй колонке. Эти названия, описывающие доминирующую жизнь каждого возраста, очень удобны. Более научные термины, используемые для обозначения эпох, хотя и служат по существу той же цели, немного более систематичны и обобщены в том смысле, что они относятся к древней жизни (палеозой), средней жизни (мезозой) и новейшей жизни (кайнозой), не будучи специфичными для какого-либо класса животных или растений для какого-либо определенного периода времени.

Названия периодов в центральной колонке взяты из разных источников, некоторые из них относятся к географическим районам, некоторые - из описательных ссылок на выдающиеся особенности горных пород, другие указывают на степень приближения к недавнему

времени. В палеонтологии (изучении окаменелостей) уже давно существует практика деления периодов на нижний, средний и верхний, и в некоторых случаях было сочтено желательным выделить два периода из одного старого. То, что когда-то было известно как нижний карбон, теперь обычно признается миссисипским периодом, в то время как верхняя часть стала пенсильванским. Нижний меловой период в настоящее время является команчей для некоторых авторов.

В настоящее время как старые, так и новые практики вызывают небольшую путаницу. Прежнее деление на первичную, вторичную, третичную и четвертичную эры было частично отменено, но термин “Четвертичный период” по-прежнему применим к Эпохе человека, в то время как “Третичное время” по-прежнему широко используется для обозначения кайнозойской эры. Среди более новых интродукций можно упомянуть использование периода палеоцена, который предшествует эоцену. Геологи не совсем согласны с необходимостью этого добавления, и многие не стали бы ставить его в один ряд с другими периодами. В интересах простоты эти современные уточнения были опущены на таблице.

Цифры, приведенные в третьей колонке между Возрастами и периодами, указывают на миллионы лет, прошедших до настоящего времени. Они обозначают возраст горных пород в начале каждого периода. Возраст растения или животного, жившего во времена эоцена, согласно этой шкале, составлял бы где-то между 35 и 60 миллионами лет. На практике обычно возможно определить, было ли ископаемое отложено в горных породах в раннюю или позднюю часть периода, и, таким образом, его возраст может быть установлен в более коротких пределах, но невозможно быть точным, даже с точки зрения миллионов лет, в отношении чего-либо столь далекого от доисторической эпохи, как период эоцена.

Период, в который мы живем сегодня, известен как Недавний. Это началось в конце ледникового периода, или периода плейстоцена, около десяти тысяч лет назад, и отражает так мало истории Земли с момента зарождения жизни, что потребовалась бы диаграмма, во много раз превышающая длину этой страницы, чтобы пропорционально показать остальные периоды. Кембрийский период - это ранняя глава, в которой история доисторической жизни внезапно становится ясной и разнообразной. Однако это гораздо дальше от начала летописи, чем от настоящего, и докембрийским эпохам потребовалось бы гораздо больше места, чтобы показать их относительную продолжительность. Археозойская и протерозойская эры в некоторой степени были разделены на периоды, но большая древность горных пород скрывает большую часть их истории, и деления, установленные для одной местности, мало помогли в других местах. Следовательно, названия периодов используются менее широко, и общепринятой практикой является называть весь этот огромный отрезок времени докембрийским.

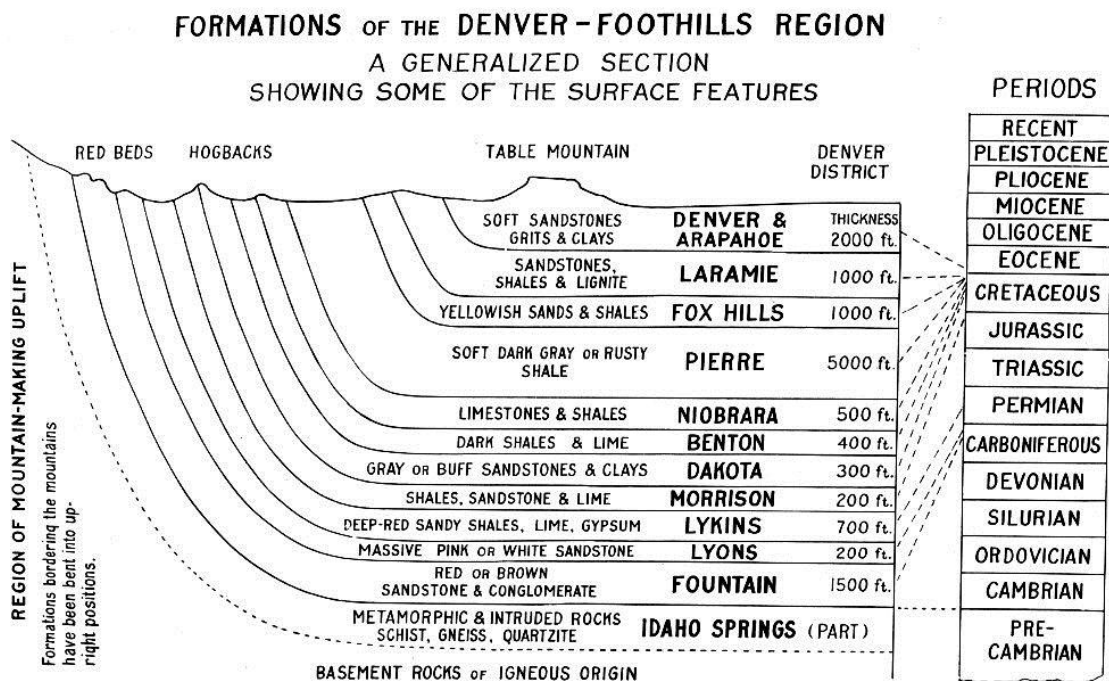
В последней колонке, справа от диаграммы, указаны некоторые исторические характеристики. Эту колонку следует читать снизу вверх, чтобы получить правильное развитие сюжета, и в лучшем случае этот отрывочный набросок событий может быть не более чем наводящим на мысль о прогрессе и упадке, через которые прошли жители земли.

Известно, что горные породы всех периодов, за исключением, вероятно, силурийского, были отложены где-то в районе Колорадо, хотя в большинстве случаев данные по каждому периоду далеки от завершения. Формации слишком многочисленны и слишком разнообразны локально, чтобы их можно было отобразить на диаграмме такого типа.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ

При изучении окаменелостей обычно доступны два важных полевых пособия. Для любой местности должна быть геологическая карта и разрез, показывающий последовательность и характер слоев. На мелкомасштабной карте многие местные детали должны быть опущены, но указано положение более крупных обнажений, и, имея под рукой эту информацию, слои, содержащие ископаемые, могут быть расположены с помощью геологического разреза. Последнее часто получается из технических отчетов, публикуемых государственными и Национальными геологическими службами. Однако часто бывает возможно получить только общий план данной местности, и для его получения, возможно, придется отсканировать большое количество литературы. Превосходные геологические карты Колорадо были опубликованы Геологической службой Колорадо и Геологической службой США.

Часто случается, что пласт находится не там, где мы ожидаем его найти, и это связано с несколькими возможными факторами. Отложения, возможно, не были отложены там, или они могли быть удалены в результате эрозии. Там, где структура была нарушена в результате складчатости и образования разломов, возникает множество осложнений. Ожидаемая последовательность иногда переворачивается и повторяется через серию складок. Пласты также могут смещаться на многие километры в результате разломов. Как толщина, так и характер отложений могут значительно различаться в пределах пласта. В некоторых регионах геология очень проста, в других чрезвычайно сложна для понимания.



ФОРМАЦИИ РЕГИОНА ДЕНВЕР-ПРЕДГОРЬЯ

ОБОБЩЕННЫЙ РАЗРЕЗ, ПОКАЗЫВАЮЩИЙ НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТИ
КРАСНЫЕ ГРЯДЫ, ХОГБЕКС, СТОЛОВАЯ ГОРА, ДЕНВЕРСКИЙ РАЙОН

РЕГИОН ГОРООБРАЗУЮЩЕГО ПОДНЯТИЯ

Образования, граничащие с горами, были согнуты в вертикальное положение.

ПЕРИОДЫ

НЕДАВНИЙ

ПЛЕЙСТОЦЕН

ПЛИОЦЕН		
МИОЦЕН		
ОЛИГОЦЕН		
ЭОЦЕН		
МЕЛОВОЙ		ТОЛЩА
МЯГКИХ ПЕСЧАНИКОВ И ГЛИН	ДЕНВЕР и АРАПАХО	2000 футов.
ПЕСЧАНИКИ, СЛАНЦЫ И ЛИГНИТ	ЛАРАМИ	1000 футов.
ЖЕЛТОВАТЫЕ ПЕСКИ И СЛАНЦЫ	ФОКС ХИЛЛС	1000 футов.
МЯГКИЕ ТЕМНО-СЕРЫЕ Или РЖАВЫЕ СЛАНЦЫ	ПЬЕР	5000 футов.
ИЗВЕСТНЯКИ & СЛАНЦЫ	НИОБРАРА	500 футов.
ТЕМНЫЕ СЛАНЦЫ И ИЗВЕСТЬ	БЕНТОН	400 футов.
СЕРЫЕ ИЛИ БУРЫЕ ПЕСЧАНИКИ И ГЛИНЫ	ДАКОТА	300 футов.
СЛАНЦЫ, ПЕСЧАНИК И ИЗВЕСТЬ	МОРРИСОН	200 футов.
ЮРСКИЙ		
ТРИАСОВЫЙ		
ПЕРМСКИЙ ПЕРИОД		
ТЕМНО-КРАСНЫЕ ПЕСЧАНЫЕ СЛАНЦЫ, ИЗВЕСТЬ, ГИПС	ЛИКИНЫ	700 футов.
КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ ПЕРИОД		
МАССИВНЫЙ РОЗОВЫЙ ИЛИ БЕЛЫЙ ПЕСЧАНИК	ЛАЙОНС	200 футов.
КРАСНЫЙ ИЛИ КОРИЧНЕВЫЙ ПЕСЧАНИК И КОНГЛОМЕРАТ	ФОНТАН	1500 футов.
ДЕВОНСКИЙ		
СИЛУРИЙСКИЙ		
ОРДОВИК		
КЕМБРИЙ		
ДОКЕМБРИЙСКИЙ		
МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ И ВНЕДРИВШИЕСЯ ПОРОДЫ - СЛАНЦЫ, ГНЕЙСЫ, КВАРЦИТЫ	АЙДАХО СПРИНГС (ЧАСТЬ)	
ПОРОДЫ ФУНДАМЕНТА МАГМАТИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ		

Здесь представлен обобщенный разрез западной части бассейна Денвера для использования местными студентами. Образования, обычно присутствующие в этом

регионе, показаны в их обычном положении. Они кратко описаны на графике, а их толщина обозначена цифрами, которые можно рассматривать как близкие к максимальным для данного района. Этот участок будет применяться к большей части предгорий между Моррисоном и Боулдером, хотя особенности поверхности и толщина слоев будут значительно различаться от места к месту.

Известно, что некоторые из этих образований содержат ископаемые, другие бесплодны или почти бесплодны. Когда окаменелости присутствуют, они обычно ограничены определенными местностями, и они могут быть широко разбросаны. Следующие замечания относятся к возможностям нахождения окаменелостей в названных формациях.

Денвер и Арапахо.

Отпечатки листьев пальм, папоротников и многочисленных видов хорошо известных деревьев и кустарников распространены во многих населенных пунктах. Окаменелая древесина встречается довольно часто, и было найдено несколько разбросанных костей рептилий и млекопитающих. Эти два образования рассматриваются как единое целое, потому что арапахо не бросается в глаза и не имеет четких очертаний. Пласты Денвера хорошо обнажены на склонах Столовой горы в Голдене; однако окаменелости были получены из нескольких местностей ближе к городу Денвер, особенно с холмов к западу от Оверленд-парка.

Ларами.

Растительный материал здесь в изобилии, в основном листья знакомых лиственных деревьев, пальм и папоротников. Многие глиняные карьеры, разрабатываемые близ Голдена, находятся в этой формации. В некоторых местах можно встретить устриц и несколько других моллюсков.

Лисьи холмы.

Лучшие участки этой формации расположены к северу от Денвера. Чаще всего встречаются морские моллюски.

Pierre.

В дополнение к характерным темным сланцам, эта формация включает в себя некоторое количество известкового материала и пласты песчаника, оба из которых местами содержат окаменелости. Характерны два типа морских моллюсков: *Иноцерамус*, общее название нескольких видов двустворчатых моллюсков, которые легко идентифицировать по концентрическим выступам, создающим эффект ряби на поверхности раковин; и *бакулиты*, головоногие моллюски с прямыми панцирями, которые часто ломаются по линиям швов, где окаменелость ослаблена стенками камер. Довольно распространены также маленькие устричные раковины. Это образование находится на некотором расстоянии к востоку от выступающего хребта, где оно переходит в гладкие поверхности в виде широких долин и равнин, с округлыми контурами на немногих возвышенностях, которые могут присутствовать. В сухом состоянии он образует мягкую, шелушащуюся почву, во влажном - липкую "жвачку". Свежеприготовленная глина обычно имеет довольно темный сероватый цвет, но после выветривания приобретает ржавый вид. На различных уровнях имеются многочисленные железосцементированные конкреции, многие из которых содержат ископаемые раковины.



Морские отложения формации Бентон, северо-восток штата Колорадо

Русло ручья глубоко врезалось в формацию, обнажив и частично разрушив скелет плезиозавра, который был найден на уровне, где стоят люди.



Кости плезиозавра на месте

Бентонская формация. Поверхностный щебень расчищен, и в области справа от молотка частично обнажены несколько позвонков.

Ниобрара.

Формация содержит окаменелости, весьма похожие на окаменелости Пьера. В некоторых нижних слоях были найдены зубы акулы. Известняк является заметной особенностью, часто образующей четко очерченный гребень у подножия восточного склона главного хребта. Известняки обычно имеют меловой оттенок.

Бентон.

Формация не особенно продуктивна в этом регионе. В некоторых местах встречаются многочисленные морские раковины, а в разных местах были найдены кости морских рептилий. Как обычно видно, он почти полностью состоит из нечистых глинистых сланцев, очень темных, от коричневато-серых до почти черных, и обычно прослоен тонкими вкраплениями белого бентонита, желтой охры, гипса и известняка.

Дакота.

Эта формация образует высокий хребет, который обычно находится на некотором расстоянии к востоку от Красных скал. Обычно здесь есть два или три слоя массивного светлого песчаника, разделенных глинами, которые широко используются при изготовлении кирпича и керамики. В глинах, а иногда и в песчанике встречаются отпечатки листьев и немного рыбьей чешуи. Хребет является хорошим ориентиром для определения местоположения других образований из-за его выдающегося положения в предгорном ландшафте.

Моррисон.

Хороший материал о динозаврах был взят в округах Кэнон-Сити и Моррисон. Формацию можно найти на нижнем западном склоне хребта Дакота-хоббэк. Он состоит из континентальных отложений типа ручьев и озер. В этой формации содержится значительное количество песчаника, и кое-где встречается немного известняка, но наиболее характерной особенностью являются сланцы. Только что вскрытые сланцы имеют деликатный оттенок серого, зеленого и бордового, при этом довольно заметен бронзово-зеленый оттенок. Это образование весьма изменчиво по своему характеру, большая часть глины часто погребена под дном долины. В дополнение к костям рептилий, в некоторых местностях встречаются окаменелости растений, обычно низкого качества, и пресноводные брюхоногие моллюски, которых более или менее много.

Лайкинс.

Обнажения не заметны из-за небольшого количества материалов, устойчивых к атмосферным воздействиям. Песчаные глины обычно темно-красного цвета с пятнами светло-серого цвета. Белый известняк иногда присутствует ближе к середине этих отложений, а также локально присутствуют пласты гипса. На образование часто указывает только красная почва в углублениях между грядами. Сообщалось о небольшом количестве окаменелостей.

Лион.

Это образование обычно выделяется как восточная стена поднятой серии Красных скал. В некоторых местностях он образует гряду из розового или белого песчаника, отчетливо отделяющуюся от более древних отложений на западе. Найдено очень мало окаменелостей.

Фонтан.

Обнажения обычно имеют коричнево-красный цвет, хотя иногда и грязно-белый. Выступающие породы представляют собой довольно крупный песчаник, обычно с зернистой текстурой из-за угловатого характера песка или гравия, из которых они были сделаны. Это самые западные из Красных пластов и самые старые из поднятых осадочных пород, окаймляющих предгорья на большей части нашей территории. В формации были найдены окаменелости, но для рассматриваемой здесь территории она практически бесплодна.

* * * * *

Этот геологический разрез также иллюстрирует метод датирования движений земной коры и зарождения горных хребтов, поскольку складчатость слоев вдоль склонов Скалистых гор имеет большое значение в этой связи. Осадочные слои первоначально отложились на большей части нынешней горной территории в горизонтальном положении, и только те образования, которые существовали в то время, могли быть искажены переворотами, породившими новые возвышенности. Из серии, обычно участвующей в движении, кровати Ларами самые молодые. Поскольку эти пласты сформировались лишь в конце мелового периода, следует предположить, что горы должны быть более позднего происхождения, моложе самого верхнего из деформированных пластов и, по крайней мере, такого же возраста, как самые нижние из покрывающих их ненарушенных образований.

Некоторое возмущение заметно также в пластах Арапахо и Денвера, которые залегают над Ларами, но считается, что это произошло через некоторое время после первого большого поднятия. Вулканические материалы в этих слоях наводят на мысль, что отложения были отложены в период вулканической активности, вызванной складчатостью земной коры, которая завершила мезозойскую эру. Отсюда напрашивается вывод, что возраст пластов Денвера и Арапахо должен точно совпадать с некоторыми более ранними этапами в истории горной системы. Этот интервал часто называют временем после Ларами.

ДО ЭПОХИ РЕПТИЛИЙ

ДОКЕМБРИЙСКИЙ КОМПЛЕКС

Породы докембрийского времени были глубоко погребены под скоплением более молодых отложений, и возникающее в результате давление во многих местах было огромным. В дополнение к воздействию давления в этих древних образованиях также зафиксированы повторяющиеся движения материалов с момента их первого нанесения. Вертикальное и боковое расположение частей по отношению к другим частям исказило первоначальное расположение частиц породы до такой степени, что обычные окаменелости в конечном итоге стали бы неузнаваемыми. Только эти дробящие, измельчающие и разминающие силы, действующие на протяжении миллионов лет, могли бы объяснить отсутствие окаменелостей в более древних отложениях. Часто форма горных пород настолько изменилась, что об их первоначальном характере можно только догадываться, и из-за этого изменения они известны как метаморфические породы.

Несколько пластов археозойского возраста сохранились почти в их первоначальном состоянии, но в них либо нет окаменелостей, либо из них получены очень сомнительные и неудовлетворительные образцы. На существование жизни на этих ранних этапах истории Земли указывают в основном химические, а не ископаемые свидетельства. Большая часть древнего известняка была превращена в мрамор, но вполне разумно полагать, что растения и животные сыграли важную роль в производстве этого типа породы в том виде, в каком они

существуют сегодня. Определенные разновидности месторождений железной руды в настоящее время создаются с помощью растений, и аналогичные руды в древних породах, возможно, имели аналогичное происхождение. Присутствие большого количества углерода в форме графита можно рассматривать также как признак жизни, поскольку это вещество в больших количествах накапливается живыми растениями и может сохраняться в твердой форме после частичного распада тканей растения.

Что касается прямых свидетельств, то нет никаких признаков существования каких-либо существ большого размера или такого сложного строения, как обычные современные растения и животные. Химический состав минеральных отложений не совсем убедителен в отношении присутствия жизни, но считается весьма вероятным, что микроскопические одноклеточные растения и животные, сравнимые с современными водорослями и простейшими, существовали в архейское время. На протяжении более поздних эпох имеются безошибочные свидетельства постепенного развития от более простых форм жизни к более сложным, и археозой обычно рассматривается как подготовительное время, в течение которого те или иные простые организмы приспосабливались к ранним условиям, которые не могли поддерживать жизнь на более высоком уровне. Важность работы, выполняемой такими непритязательными существами по подготовке подходящей среды для более продвинутых форм жизни, почти полностью упускается из виду.

В течение следующей эры, протерозоя, летопись жизни становится несколько более ясной. Окаменелости вряд ли можно считать обильными, но существовало несколько четко определенных типов животных, которые оставили раковины и другие части, состоящие из минерального вещества. Среди них можно упомянуть радиолярий, фораминифер, мшанок и губок. Радиолярии производили нежные, часто напоминающие кружево раковины со множеством узоров, украшенных расходящимися нитями или шипиками, которые и подсказали название этой группе. Фораминиферы производили крошечные раковины, иногда многокамерные, и часто имеющие сбивающее с толку сходство с работой улиток. Обычный мел почти полностью состоит из таких раковин и их фрагментов.

Губки и мшанки - животные несколько более высокой организации. Они многоклеточные, а не одноклеточные, и клеткам предстоит выполнять особую работу, что является наиболее важным шагом в направлении специализации, которая характеризует структуру и образ жизни более поздних пришельцев. Мшанки жили колониями, похожими на мох, которые были важными пороодообразователями; ископаемые формы имеют некоторое сходство с кораллами. Губки слишком хорошо известны, чтобы требовать описания, хотя привычный предмет торговли - это всего лишь каркас некогда живших животных. Они представляют собой самую раннюю организацию тел настоящих животных, хотя по внешнему виду они могут иметь сходство с растениями.

Настоящие растения той эпохи относились к классу водорослей, обитавших в воде, как и их соседи-животные, и первыми оставили о себе сведения в виде окаменелостей. Эта запись, неясная и искаженная, долгое время вызывала недоумение у следователей. Не имея четко определенных флор и фаун, которыми они могли бы руководствоваться, и с породами, часто находящимися в хаотичных отношениях, ранние геологи довольствовались тем, что рассматривали все это как "докембрийский комплекс". Недавние исследования предоставили большой объем информации, недоступной несколько лет назад. Вполне возможно, что более развитые типы жизни были в изобилии до конца второй эры, но материала, на котором можно основать обоснованное мнение, все еще мало.

Породы докембрийского возраста в изобилии встречаются в предгорьях к западу от Денвера. Сланцы, гнейсы и кварциты, обнаженные на несколько миль сразу за красными пластами, являются частью этого огромного комплекса. Известно, что формация Айдахо-Спрингс является одной из старейших в этом округе, хотя ее точный возраст не определен. Среди метаморфических пород региона встречаются и другие образования, но ни одно из них не внесло вклада в наши знания о ранней жизни.

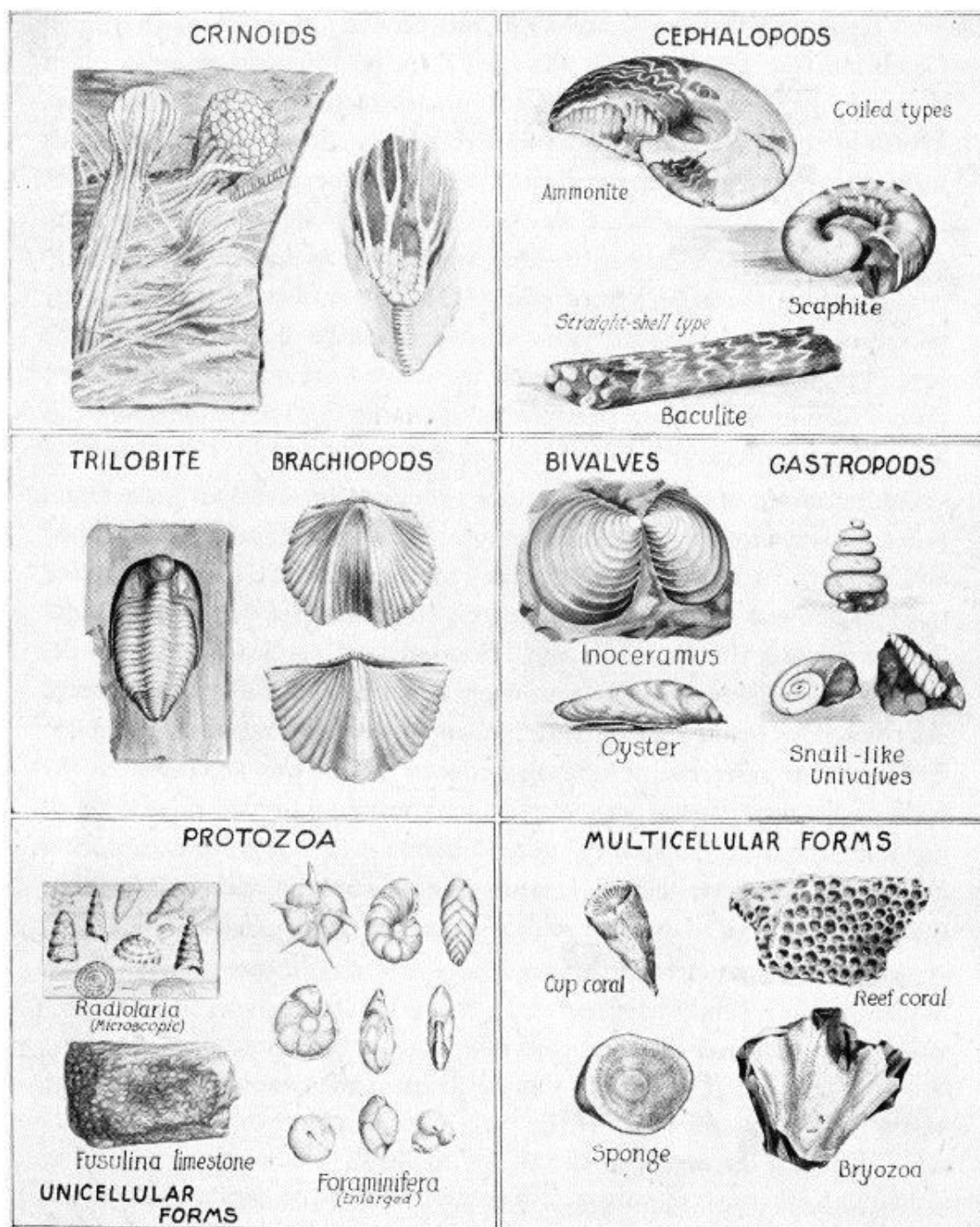
КЕМБРИЙСКАЯ ЖИЗНЬ

Не может быть никакой ошибки относительно плодovitого развития жизни в кембрийских морях, поскольку окаменелости этого возраста можно найти во многих частях света, где древнее морское дно теперь составляет часть поверхности суши. Беспозвоночные животные, по-видимому, достигли большого прогресса, но растений было либо мало, либо они были слишком малы и нежны, чтобы производить окаменелости. Однако вполне вероятно, что морские и другие водоросли процветали наряду с беспозвоночными, поскольку животная жизнь прямо или косвенно зависит от существования растений. Последние поддерживают свою жизнедеятельность, извлекая углерод и азот из воздуха, воды и почвы, но животные должны удовлетворять свои потребности, поедая растения или друг друга. Они не могут получить то, что им нужно, из неорганического мира без помощи растительного царства.

Одна группа животных заметно выделяется среди всех своих современников. Известные как трилобиты, они были, безусловно, самыми выдающимися и наиболее характерными кембрийскими беспозвоночными. Трилобиты обитали в более теплых морях этого периода и в нескольких более поздних, но вымерли к концу палеозойской эры. Описаны сотни видов, большинство из которых менее четырех дюймов в длину. Хорошо известными дальними родственниками ныне живущих являются креветки и другие ракообразные. Название "Трилобит" относится к трем долям, которые проявляются в форме верхней поверхности, причем центральная доля образует широкий гребень, тянущийся вдоль спины. Под внешними лопастями с каждой стороны при жизни находился ряд коротких суставчатых ножек, используемых для плавания и ходьбы, но эти нежные придатки редко сохраняются в окаменелостях.

Вторыми по значимости среди животных того периода были плеченогие моллюски, или ламповые раковины, а не настоящие моллюски, хотя они были снабжены аналогичными раковинами, состоящими из фосфата или карбоната кальция. Раковины состоят из двух частей (двустворчатые), как у моллюсков, но клапаны расположены над и под телом, а не с правой и левой сторон, как принято у моллюсков. Несмотря на обилие особей, в более раннюю часть периода было всего несколько видов; однако число видов увеличилось, и раса стала очень стойкой. Было описано около семи тысяч видов, и эта раса еще не вымерла, хотя число ныне живущих видов относительно невелико.

Кембрийская жизнь, очевидно, включала представителей всех крупных подразделений беспозвоночных; сообщалось о губках, медузах, червях и примитивных кораллах. В конце этого периода здесь существовала сложная фауна моллюсков. Завершением этого периода в Северной Америке, по-видимому, было пологое возвышение континентальных районов и, как следствие, отступление моря.



Окаменелости беспозвоночных

Из тысяч беспозвоночных, известных зоологам, было отобрано лишь несколько известных видов. Изображенные формы часто встречаются в виде окаменелостей.

КРИНОИДЫ ГОЛОВОНОГИЕ МОЛЛЮСКИ

Спиральные типы

Аммонит

Скафит

Тип с прямой оболочкой

Бакулит

ТРИЛОБИТЫ

ПЛЕЧЕНОГИЕ

ДВУСТВОРЧАТЫЕ МОЛЛЮСКИ

Инокерамус

Устрица

БРЮХОНОГИЕ МОЛЛЮСКИ

Одностворчатые моллюски, похожие на улиток

ПРОСТЕЙШИЕ

ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ ФОРМЫ

Радиолярии (микроскопические)

Известняк фузулина

Фораминиферы (увеличенные)

МНОГОКЛЕТОЧНЫЕ ФОРМЫ

Чашка коралловая

Коралловый риф

Губка

Мшанки

ОРДОВИКСКАЯ ЛЕТОПИСЬ

Обширные участки суши, должно быть, снова опустились в начале ордовикского периода, поскольку морские отложения были отложены на значительной части внутренних районов Северной Америки, и три эпохи или подразделения периода были основаны на таком же количестве вторжений моря. В этих древних отложениях летопись жизни продолжает обнаруживать новые формы. Не зафиксировано ничего особенно впечатляющего, кроме значительного увеличения числа видов среди типов, которые были созданы в более ранние периоды.

Трилобиты были в расцвете сил, плеченогие продолжали процветать, а моллюски добились новых успехов, особенно головоногие моллюски, группа, к которой относятся наши каракатицы и кальмары. Некоторые из этих хищных существ достигали больших размеров и, без сомнения, были хозяевами моря. Типичные формы были снабжены раковинами с сужающимися камерами, которые иногда достигали длины двенадцати и более футов. Большинство раковин были прямыми и трубообразными или слегка изогнутыми. Некоторые были плотно свернуты и в этом отношении больше напоминали хорошо известный ныне наутилус.

Мшанки стали очень распространены в более поздней части этого периода, и кораллы добились незначительного прогресса. Несколько новинкой в то время были криноиды, широко известные как “каменные лилии”, хотя это вообще не растения. Их описывали как морских звезд с повернутой вниз спиной и прикрепленным снизу толстым стеблем. Там, где

они жили в большом изобилии, отложения известняка могут почти полностью состоять из их стволов. Криноиды продолжали производить разнообразные формы на протяжении нескольких последующих периодов.

Однако брахиоподы были самыми распространенными из всех животных, представлявших этот период, и их широкое распространение, наряду с их известным предпочтением теплых вод, считается признаком умеренных температур, преобладающих на значительной части земли. Наземные растения обозначаются спороносными формами, родственными папоротникам и мхам. Отпечатки таких растений были найдены в Европе, но, поскольку большинство известных пород этого возраста образовались в морях, морские водоросли более распространены в виде окаменелостей.

В районе Колорадо горные породы ордовикского времени обнажаются только в горных районах, где они были подняты высоко над своим первоначальным уровнем. Они не особенно богаты окаменелостями, хотя на них добыто несколько останков рыб, которые представляют интерес тем, что наводят на мысль о незадолго до этого наступившей эпохе позвоночных.

СИЛУРИЙСКИЕ СОБЫТИЯ

Поскольку наземная флора и фауна еще не стали заметными, летопись окаменелостей за этот период ограничена теми районами, которые были захвачены морем. По-видимому, такого вторжения в нынешний регион Колорадо не было, поскольку породы этого возраста не обнаружены. Если они вообще существуют, то ограничены локальными участками, которые глубоко погребены под отложениями более поздних периодов. Возможно, в этом районе не было силурийских отложений, или такие породы могли образоваться только для того, чтобы быть разрушенными подъемом и последующим воздействием выветривания и эрозии в течение длительного промежутка времени, за который они были полностью удалены. В районе Скалистых гор Колорадо нет свидетельств возвращения морей до позднего девона.

Однако в других частях света наблюдалось обширное отложение породообразующих отложений в морях, которые были населены водорослями и беспозвоночными описанных ранее типов. Среди обычных животных того времени все еще были многочисленные виды брахиопод, трилобитов, кораллов, криноидов и мшанок. В дополнение к примитивным конусообразным чашевидным кораллам существовало несколько развитых типов, но привычка строить большие рифы еще не установилась.

“Морские скорпионы”, действительно крупные ракообразные, процветали в силурийское время, а позже в этот период появилась раса настоящих скорпионов, которые жили на суше или между высокими и низкими приливами вдоль морского побережья. Они были меньше ростом и очень походили на современных потомков, но, вероятно, они не забредали далеко от берегов океана, где было доступно изобилие пищи. Эти маленькие скорпионы, самые крупные из которых достигают всего двух с половиной дюймов в длину, являются древнейшими наземными животными, дышавшими воздухом, из всех ископаемых.

Только после того, как этот период значительно продвинулся, рыбы стали многочисленными, и большая часть наших знаний о начале “Эры рыб” была получена из европейских окаменелостей. Хотя рыб относят к позвоночным или позвоночно-костным животным, существуют большие группы, у которых нет костного скелета, а вместо него имеется простой каркас из хрящей. Среди более ранних и примитивных типов были остракодермы, или рыбы

с костистой кожей, без внутренних костей и лишь с небольшим количеством костного вещества в панцирных пластинах и чешуе, покрывавших переднюю часть тела.

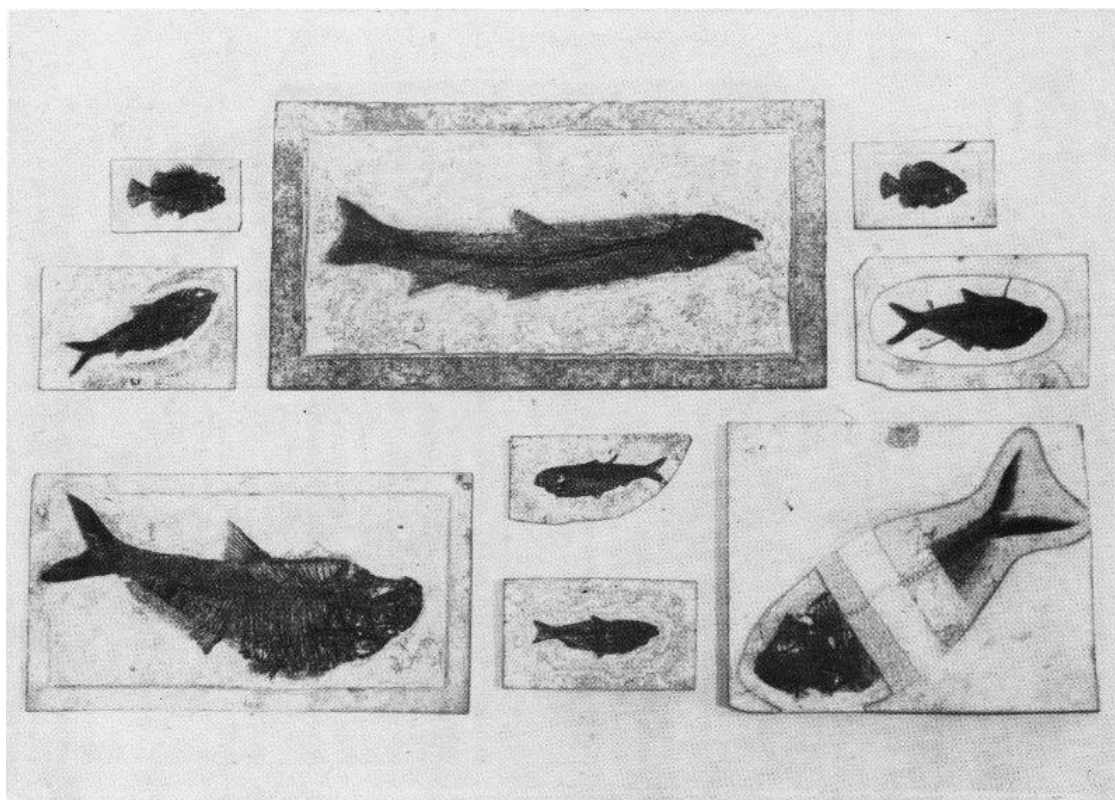
Остракодермы составляют небольшую группу рыб, о которых известно очень мало. По-видимому, они были обитателями пресноводных ручьев, а также лагун, окаймляющих моря, и, возможно, были связаны с мелкими акулами того времени. Они жили в ордовикский, силурийский и девонский периоды и не оставили потомков, признанных сейчас среди живых существ. Гораздо более крупный вид панцирных рыб известен как членистоногие, название, которое относится к заостренной шее и расположению панцирных пластин, позволяющих двигать головой. Это были самые свирепые рыбы Силурийского и Девонского морей, некоторые из них достигали двадцати футов в длину, хотя большинство были намного меньше. Их челюсти были снабжены огромными режущими и дробящими пластинами вместо зубов.

ДЕВОНСКИЙ ПРОГРЕСС

Девонский период - один из самых выдающихся из всех периодов с точки зрения развития жизни. Доминирование рыб - его величайшее достижение, беспозвоночные остались примерно такими, какими они были, а высших позвоночных почти не было видно, но жизнь в больших масштабах больше не ограничивалась морями. Стали заметны пресноводные рыбы и прочно прижились наземные растения. Появились первые леса, в которых преобладали растения, похожие на папоротники, хотя встречались и древесные породы нескольких видов и значительных размеров. Вполне возможно, что в прежние времена обширные участки суши были хорошо обеспечены растительностью, но вероятность сохранения нежных тканей растений гораздо меньше, чем известковых частей животных. Таким образом, нельзя ожидать, что летопись окаменелостей покажет нечто большее, чем предположение о прогрессе, достигнутом на этом уровне жизни. История жизни растений становится намного понятнее в следующий период, когда условия были более благоприятными для производства и сохранения окаменелостей растений.

Наземные животные того времени почти неизвестны. Было найдено несколько улиток и скорпионов, а также несколько следов, оставленных ранними амфибиями. Насекомые, вероятно, существовали, хотя свидетельства на этот счет не совсем ясны. Однако растущее количество пресноводных рыб можно рассматривать как верный признак того, что условия на суше становились более благоприятными для всех видов растений и животных.

Степень развития рыб нельзя точно указать, называя несколько типов, поскольку прогресс проявляется главным образом в количестве видов и родов внутри более крупных групп. В целом можно констатировать, что рыбы того периода еще не приобрели костный скелет и типичную форму знакомых современных видов. Скелеты состояли из хрящей, частично затвердевших в некоторых случаях от извести. Панцирные пластины были обычны для определенных рас, но присутствовали не у всех рыб. Эти бронированные формы также не были исключительно крупными по сравнению с живыми акулами. Хотя иногда появлялись гиганты, большинство были маленькими. Многие из них были вялыми существами со слабо развитыми челюстями, живущими в качестве падальщиков на дне морей и рек. Хвостовые плавники обычно были несбалансированными, как у акул, или заостренными и закругленными, а не равномерно раздвоенными.



Модернизированные виды рыб из эоценовых сланцев юго - западного Вайоминга

Великого племени настоящих костистых рыб, таких как треска и окунь, которое включает в себя более девяноста процентов рыб, живущих сегодня, тогда еще не существовало. Около трети многих видов рыб, обитавших в то время, были связаны с акулами - группой, которая в последние годы относительно незначительна. Почти четвертая часть от общего числа принадлежала к племени рыб с эмалевой чешуей, ныне представленному лишь несколькими осетрами и щуками.

Легочные рыбы никогда не были большой группой, но примечательно, что они существуют со среднедевонского времени. Живые представители расы, обитатели Африки и Южной Америки, имеют обыкновение зарываться в грязь русел рек в засушливые сезоны и снабжены легкими, которые позволяют им дышать воздухом на манер высших позвоночных. Они переживают полное пересыхание ручьев и месяцами живут без воды. Другие формы, с менее развитыми легкими, часто посещают стоячие водоемы и время от времени всплывают на поверхность, чтобы глотнуть воздуха. Все они также снабжены жабрами, которые позволяют им получать кислород, как это делают другие рыбы. Считается, что они являются связующим звеном между рыбами и ранними амфибиями. Возможно, более точно их следует рассматривать как занимающих промежуточное положение, не являясь прямыми предками какого-либо высшего типа позвоночных животных.

По-прежнему доминирующими среди беспозвоночных были плеченогие моллюски, в целом они были в среднем немного больше по размеру и в остальном указывали на благоприятные времена для этого типа организмов. В этот период они достигли пика своего развития. Численность трилобитов приходила в упадок, хотя на короткое время появилось несколько новых разновидностей со странным орнаментом. Криноиды, по-видимому, находили условия жизни менее благоприятными в девонское время, но в более позднюю эпоху они снова стали заметны. Кораллам отдавали предпочтение лишь время от времени и в определенных местностях. Вместе с криноидами они, по-видимому, страдали от присутствия необычного

количества ила в водах их обычной среды обитания. Оба предпочитали чистую воду, на что указывало отсутствие окаменелостей в известняках, содержащих более чем очень небольшой процент илистых отложений. Ракообразные, похожие на морских скорпионов и более известные как эвриптериды, стали заметными среди пресноводных животных. Некоторые из них были необычно большими для существ этого класса, длина их достигала нескольких футов, что было зафиксировано по фрагментам. Брюхоногие моллюски получили известность в местностях, где условия жизни были благоприятными. Двустворчатые моллюски продолжали процветать, но у головоногих моллюсков было довольно скудное развитие, учитывая высоты, которых им предстояло достичь в последующие периоды.

На западе Северной Америки обширная территория, известная как Великие равнины, очевидно, находилась значительно выше уровня моря в течение всего этого периода, поскольку в восточном Колорадо не обнаружено отложений такого возраста. Однако к западу от Переднего хребта в позднедевонское время наблюдалось некоторое отложение морских отложений. Образования этого возраста обнажаются вблизи Салиды и Гленвуд-Спрингс, на плато Уайт-Ривер и в районе Сан-Хуан.

Каменноугольный период получил свое название из-за обширных залежей угля, которые были разработаны в то время во многих частях северного полушария. Пониженные поверхности суши, граничащие с континентами и простирающиеся далеко вглубь нынешних границ, поддерживали густую растительность и обеспечивали болотистые условия, наиболее благоприятные для добычи угля. Разновидности растений, которые сейчас имеют небольшие размеры и непритязательное положение в ботаническом мире, приобрели пропорции больших деревьев.

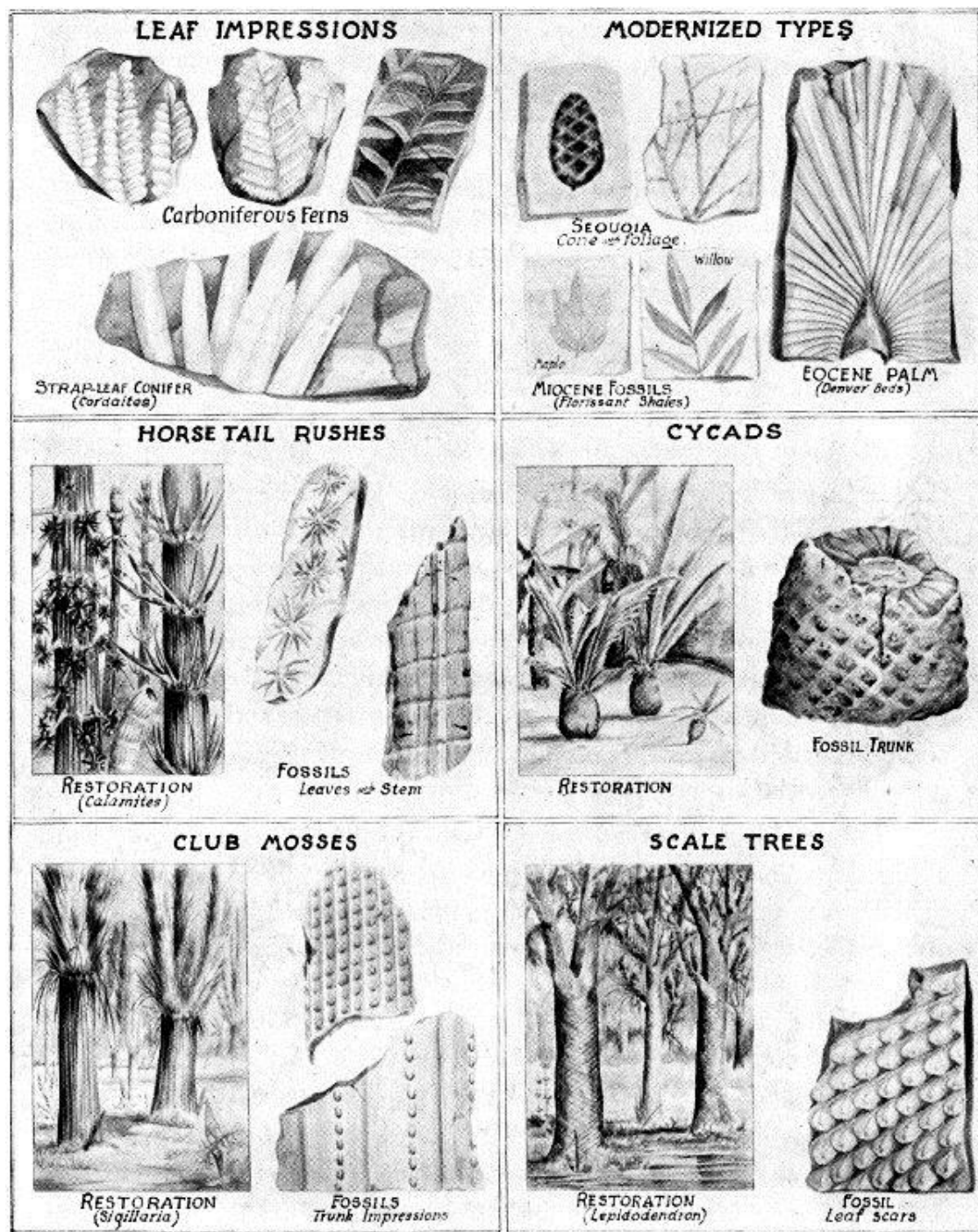
ЛЕСА КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕРИОДА

Наиболее известными окаменелостями того периода являются обуглившиеся части более крупных деревьев и отпечатки, оставленные в грязи и песках древних болот. Лесные деревья нескольких видов достигали высоты ста футов при диаметре ствола от двух до шести футов. В современных лесах этот размер часто превышает, но деревьями совершенно другого типа. Учитывая степень развития растений более ранних периодов, леса каменноугольного периода представляют собой выдающееся зрелище развивающейся жизни.

Довольно распространенными среди более крупных деревьев были две разновидности клубневидных мхов, также известные как чешуйчатые деревья. Это были конусовидные вечнозеленые растения, лишь слегка напоминающие современные хвойные. Вместо семян они давали споры - метод размножения, который практикуется среди папоротников. Стволы были размечены снизу доверху однородными узорами из подушечек и шрамов, указывающих на точки прикрепления листьев на более ранних стадиях роста. У лепидодендронов ряды чешуевидных подушечек вьются спирально вверх, в то время как у сигиллярий наблюдается вертикальное расположение рубцов на листьях, которые напоминают отпечатки тюленя, причем эти отпечатки расположены прямыми и параллельными рядами на поверхности, которая может быть как ребристой, так и гладкой. Листья чешуйчатых деревьев были жесткими и тонкими и располагались на верхушке пучками, похожими на траву.

Каламиты, родственные нашему хвощевому тростнику, были несколько меньше чешуйчатых деревьев. Их стволы представляли собой тонкий древесный цилиндр с сердцевинной внутренней частью и были отмечены через определенные промежутки узлами, которые

придавали им “сочлененный” вид бамбукового стебля. Листья располагались кругами вокруг узлов главного стебля или ветвей. На кончиках стеблей появились спороносные шишки.



Доисторические растения

Некоторые из более крупных и известных растений прошлых эпох показаны реконструированными художниками. Более мелкими деталями реконструкций часто приходится пренебрегать из-за неопределенности, вызванной разрозненным и фрагментарным характером летописи окаменелостей.

ОТПЕЧАТКИ ЛИСТЬЕВ

Папоротники каменноугольного периода

Хвойное дерево с полосчатыми листьями (Cordaitea)

МОДЕРНИЗИРОВАННЫЕ ТИПЫ

Шишка и листва секвойи

Миоценовые окаменелости (флориссантские сланцы)

Клен

Ива

Эоценовая пальма (Денверские заросли)

КОНСКИЙ ХВОСТ МЕЧЕТСЯ

Восстановление (Бедствия)

Ископаемые Листья и стебель

САГОВНИКИ

Реставрация

Ископаемый Ствол

КЛУБНЫЕ МХИ

Реставрация (Сигиллярия)

Отпечатки ствола Окаменелостей

МАСШТАБНЫЕ ДЕРЕВЬЯ

Восстановление (Лепидодендрон)

Шрамы от ископаемых листьев

Также к числу более крупных деревьев были отнесены кордаиты, или широколиственные вечнозеленые растения, высокие и стройные, приносящие семена, но пока еще не являющиеся настоящими хвойными. Листья были ленточковидными или травянистыми, самые крупные из них имели длину шесть футов и ширину шесть дюймов. Стволы были древесными, напоминающими сосновые, но с сердцевинной в центре. Цветки были маленькими и по форме напоминали сережки.

Папоротников и папоротноподобных растений было так много, что этот период был известен как эпоха папоротников. Более ранние знания об этих лесах основывались на окаменелостях фрагментарного характера, по которым редко удавалось получить точную ассоциацию частей. Общая связь с папоротниками была очевидна, но тщательное изучение дополнительного материала дало нам несколько иной взгляд на растительную жизнь каменноугольного периода, и мы отмечаем весьма разнообразный набор форм со многими намеками на современные тенденции. Флору в целом можно рассматривать как высокоспециализированную для условий, которые преобладали в то время и не должны были сохраняться в последующие периоды. Теплые температуры и обильная влага были необходимы, особенно для спороносных видов, а холодные, засушливые условия следующего периода положили конец многим группам или значительно снизили их значимость.

Этот период с таким же успехом можно рассматривать как эпоху насекомых, поскольку некоторые из этих беспозвоночных достигли самых больших размеров, которые у них когда-либо были, особенно у стрекоз с размахом крыльев более двух футов в одной из крупнейших обнаруженных на сегодняшний день окаменелостей. Были названы тараканы, насчитывающие более пятисот видов. Несмотря на свои размеры, их вряд ли можно считать гигантами, длина в три-четыре дюйма - это примерно предел.

Некоторые из современных видов насекомых, совершенно очевидно, существовали среди обитателей лесов каменноугольного периода, но очевидно, что существовали и некоторые устаревшие формы, которые, возможно, произошли от трилобитов. Хотя некоторые авторитетные источники считают это время периодом зарождения насекомых, есть и другие, которые утверждают, что на основании имеющихся свидетельств не так легко установить их точное происхождение. Считается, что в это время появились пауки.

Четвероногие позвоночные, напоминающие саламандр, были выдающимися животными болот каменноугольного периода. Сначала приспособившись к жизни в воде, а затем и на суше, они известны как амфибии, название которых основано на способности жить в двух различных типах окружающей среды. Обычными живущими представителями этой группы являются жабы и лягушки, но эти бесхвостые формы неизвестны среди ископаемых палеозойской эры и почти неизвестны во всем мезозое. Эпоха земноводных, как мы применяем это выражение, определенно не была эпохой жаб и лягушек.

Эти примитивные наземные животные были разных типов, от гораздо меньших размеров до длины крокодила. У большинства из них были короткие ноги, пригодные для передвижения по суше, но многие из этих существ, вероятно, провели большую часть своей жизни в воде. Хвосты обычно были высокими и приплюснутыми, как будто для плавания, иногда длинными, иногда сильно укороченными пропорционально телу. Головы, как правило, были большими, челюсти длинными, а рты широкими.

Перед концом периода появляются настоящие рептилии, но этой расе животных суждено добиться более впечатляющего прогресса, чем амфибиям, и она будет обсуждаться в связи с мезозойской жизнью. Земноводные, однако, считаются предками рептилий, а также высших четвероногих, которые следуют за ними. Хотя ныне живущих рептилий легко отличить от земноводных, в отношении этих примитивных форм ситуация иная, поскольку среди ископаемых становится все труднее разделить две группы по мере изучения нового материала.

У беспозвоночных в этот период были свои взлеты и падения. Трилобиты стали редкостью, и плеченогие моллюски какое-то время были самыми распространенными из покрытых панцирем животных, но позже быстро пришли в упадок. В благоприятных местностях криноиды установили замечательный рекорд по появлению новых видов еще до того, как этот период продвинулся очень далеко. Известны сотни видов беспозвоночных каменноугольного периода, и во многих породах того периода они являются единственными найденными окаменелостями, поскольку позвоночные все еще не могли удаляться далеко от болотистых районов, а большая часть внутренних территорий была слишком хорошо дренирована, чтобы поддерживать существовавшую тогда флору или фауну.

В районе Колорадо есть как морские, так и континентальные образования, но огромные угледобывающие леса и их обитатели были ограничены другими населенными пунктами. Как следствие, этот регион не славится ископаемыми каменноугольного периода.

ТРУДНОСТИ ПЕРМИ

Какое-то время после открытия пермского периода в Северной Америке не происходило особых изменений. Затем началась серия горных движений и континентальных поднятий, которые осушили болота, озера и внутренние моря. С исчезновением растительности, которая утвердилась в этих районах и вокруг них, последовала большая часть животной жизни. Вероятно, что значительная часть морской флоры и фауны выжила, гораздо больше, чем указано в летописи окаменелостей, но отступающие моря унесли выживших на территорию, которая сейчас недоступна охотникам за ископаемыми.

После среднепермского периода климат повсюду, по-видимому, был холодным и сухим. К концу этого периода во всем мире произошло больше географических изменений, чем когда-либо с начала палеозойской эры. Следы движений земной коры, в результате которых образовались новые горные цепи, можно проследить в Европе, Азии и Северной Америке. Регион Аппалачей был поднят на огромную высоту, возможно, более трех миль. Крупное возмущение такого характера известно среди геологов как революция, и этому конкретному событию было дано название “Аппалачская революция”.

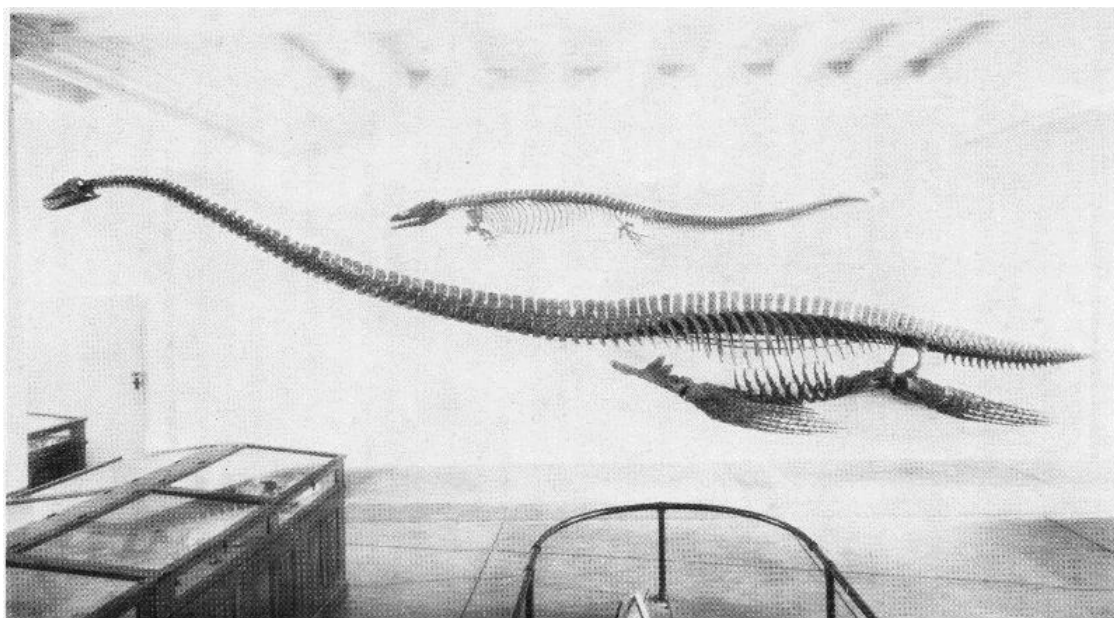
Возвышение континентов неизбежно изменяет их береговые линии. Это, в свою очередь, влияет на океанские течения, которые оказывают важное влияние на климатические условия. В дополнение к этому, возвышение горных систем не только изменяет распределение горячих и холодных ветров по территориям суши, но и может создавать барьеры для миграции флор и фаун, ограничивая их районами, в которых больше невозможно жить. Когда рассматривается влияние на растения и животных, легче понять, почему в такой точке геологической временной диаграммы проведена линия и доисторическая эпоха считается завершенной.

В течение пермского периода в горных породах было зафиксировано более широкое ледниковое воздействие, чем когда-либо до или после этого. Поскольку во внутренних водоемах стало меньше воды для обеспечения необходимого испарения, количество осадков заметно уменьшилось, и засушливые или полусухие условия заменили гостеприимный климат, который был таким важным фактором в плодовой жизни каменноугольного периода. Борьба за существование стала интенсивной, но более выносливые виды растений и животных, обладавшие большей способностью приспосабливаться к неблагоприятным условиям, утвердились то тут, то там, по мере того как вымерли предковые формы. Большинство крупных спороносных деревьев вымерло, и начали приобретать известность семеноводческие сорта, среди которых хвойные вечнозеленые растения. Папоротники, однако, доказали свою приспособляемость, породив несколько новых форм, которые стали заметными во флорах Перми.

Доисторические земноводные были разделены на три отряда, в один из которых входят все более крупные формы. Эта группа, известная как лабиринтодонты, просуществовала до пермского периода, но начала проявлять обратные тенденции, с уменьшением конечностей и возвращением к жизни в воде. Среди более крупных наземных разновидностей типичны окаменелости длиной от примерно пятнадцати дюймов до пяти футов. По внешнему виду они отличались от земноводных каменноугольного периода. Один из других отрядов, включающий большое разнообразие более мелких форм, вымер в этот период, не оставив известных потомков. Третий отряд считается древнейшей и, вероятно, прародительской группой, от которой произошли современные тритоны и саламандры.

Самыми успешными из пермских наземных животных были своеобразные рептилии, которые научились жить в более сухих регионах. Подобно рогатой жабе и чудовищу Гила из засушливого юго-запада Соединенных Штатов, более крупные пермские рептилии были четвероногими животными. По размеру и форме они не сильно отличались от живших в то время амфибий. Исключением из этого правила у некоторых из них является развитие длинных костистых шипов над позвонками спины. Довольно распространенное ископаемое этого типа, найденное в Техасе и известное как *Dimetrodon*, имело общую длину шесть футов, примерно половина из которых приходилась на хвост. Кончики шипов, украшавших спину, достигали высоты трех футов или более, и, вероятно, эти кости были покрыты кожей, которая образовывала структуру, похожую на парус, или "плавник" большого размера. Его использование не было объяснено, но оно дает простое название этим странным существам — "ящерицы с плавниками".

Отложения горных пород, образующиеся в засушливых регионах, обычно имеют признаки, которые нетрудно распознать. Песчаная текстура, неравномерное залегание, красный цвет и гипс являются общими чертами. Образования пермского возраста можно найти в Колорадо, но лучшие залежи ископаемых были обнаружены в Канзасе и Техасе.



Морские рептилии: плезиозавр (нижний скелет) и мозазавр

Мезозойская эра породила множество видов рептилий, помимо динозавров. На этом рисунке показаны две морские формы, обе из меловых отложений на западе Соединенных Штатов. В свое время плезиозавры были морскими гигантами, длина которых от сорока до пятидесяти футов не была редкостью. Длинный плоский хвост обеспечивал мозазаврам передвижение, в то время как плезиозавры прибегали к своеобразным структурам конечностей, известным как ласты или весла.

ЭПОХА РЕПТИЛИЙ

Мезозой, или эра среднего возраста, был долгим периодом времени, в течение которого среди рептилий происходило удивительное развитие. Было произведено много странных видов, и большинство из них вымерло до конца эры. Род рептилий разветвлялся во многих направлениях. Появились типы, которые отличались друг от друга настолько сильно, что их взаимоотношения стали неясными. Отвратительные и фантастические существа, наводящие на мысль о морских змеях и драконах, были распространены по всему миру. Рептилии

воздуха и морей приобрели большие размеры и причудливые формы, но на суше были достигнуты еще большие успехи.

Летающие рептилии или птерозавры процветали в юрский период, а некоторые из более крупных разновидностей сохранились почти до конца мелового периода. Хотя эти крылатые ящерицы были первыми из позвоночных, кто научился летать, их не следует путать с птицами. Они были без перьев, а более ранние формы были снабжены длинными хвостами с уплощенным наконечником, похожим на руль. Один из самых известных представителей этого типа имел длину около восемнадцати дюймов. Его челюсти были длинными и снабжены острыми зубами. Крылья представляли собой перепонки, прикрепленные к телу и ногам, растянутые и управляемые с помощью сильно удлинённых пальцев. У более поздних видов произошло уменьшение оснащения зубов и длины хвоста. У *Птеранодона*, найденного в Канзасе, размах крыльев достигал двадцати пяти футов, большой беззубый клюв, короткое тело и всего лишь обрубок хвоста. Это было одно из последних крылатых чудовищ.

В эту эпоху появилось несколько видов морских рептилий, среди них плезиозавры, которые впервые появились в морях триасового периода. Эти своеобразные животные были змееподобны по характеру головы, шеи и хвоста, но в других отношениях совершенно отличались: короткое бочкообразное тело было снабжено четырьмя большими лопастями, соответствующими обычным конечностям четвероногих. Ископаемые останки этих животных распространены во многих юрских и меловых отложениях, некоторые из самых крупных превышают сорок футов в длину. Мозазавры, также морские плотоядные, обитали в мелководных морях мелового периода по всему миру и особенно многочисленны в виде окаменелостей в меловых отложениях Канзаса. Это были удлиненные формы, в некоторых отношениях напоминающие саламандр, но снабженные длинными заостренными челюстями и острыми зубами. Плавание осуществлялось в основном за счет хвоста, хотя, вероятно, в какой-то степени ему помогали четыре перепончатых весла или ласты. Ихтиозавры были больше похожи на рыб по строению, как следует из названия. Конечности были короткими и широкими, и обычно присутствовал хорошо развитый хвостовой плавник, а также большой плавник на спине. Они были особенно многочисленны в юрское время. Окаменелости довольно распространены в морских отложениях западной части Северной Америки. Мозазавры и ихтиозавры были примерно вдвое длиннее плезиозавров.

ДИНОЗАВРЫ

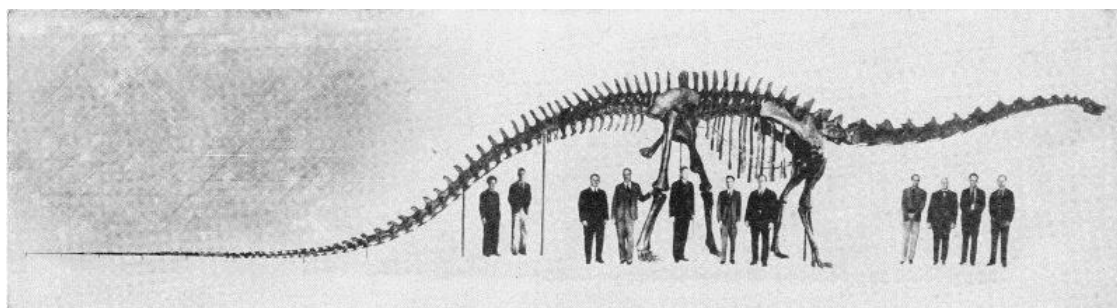
Самыми впечатляющими из доисторических рептилий были динозавры, большая группа животных, сильно различавшихся по размеру, форме и повадкам. Они были приспособлены к жизни на суше, хотя многие из них, вероятно, проводили большую часть своего времени, частично погруженные в воды озер и ручьев. Об этой группе в целом мало что можно сказать, кроме того, что все они были рептилиями. Кроме того, необходимо рассматривать их как принадлежащих к нескольким различным подразделениям рептилий. Классификация была сложной, и названия, используемые для различных подразделений, часто вводят в заблуждение непрофессионала, который пытается разобраться в терминологии.

Предковые рептилии были пятипалыми и пятипалопалостными, но среди динозавров было много отклонений от стандартной формулы. Три или четыре пальца обычно были хорошо развиты, остальные, когда они присутствовали, были укорочены или сведены к простым зачаткам. В начале истории динозавров произошло разделение подвида на две основные ветви, каждая из которых включает в себя различные типы и размеры, и снова подразделяется. Две основные группы лучше всего распознаются по строению костного

каркаса, который включает в себя тазовый пояс или тазобедренную область скелета. Однако, чтобы избежать технических трудностей, оставшееся обсуждение этих интересных рептилий будет ограничено несколькими названиями и описаниями, которые служат приблизительной иллюстрацией огромного количества вариаций, развившихся на основе сравнительно простого предкового рисунка. План, в соответствии с которым обычно классифицируют динозавров, едва ли подсказан описанными типами.

Мясоеды были активными существами, снабженными мощными челюстями и зубами. Они не были вооружены, передвигались на задних лапах и в свое время были самыми высокоразвитыми из всех животных. *Тираннозавр* длиной сорок пять футов и более и *Дейнодон*, почти такой же крупный, были одними из величайших из них. Оба жили в меловой период. Их зубы были простыми, но крепкими, похожими на ножи, изогнутыми и с мелкими зазубринами. Черепа были большими, а передние конечности редуцированы почти до состояния бесполезности. Крупные плотоядные животные жили также в юрское время и даже в позднем триасе. Раннетриасовые формы были меньших размеров.

Более примитивные плотоядные динозавры триасового и юрского периодов были двуногими существами изящных пропорций и легкого телосложения, имевшими некоторое сходство с птицами. *Struthiomimus*, что означает "похожий на страуса", был примерно такого же размера, как птица, давшая название. У него были тонкие конечности, трехпалые, с длинной шеей, длинным хвостом. Череп был маленьким, передние конечности длинными для двуногого. В отличие от большинства динозавров, он был беззубым. Все эти птицеподобные плотоядные были маленькими по сравнению с другими современными формами. Компсогнат из Германии, один из самых маленьких динозавров, имел длину менее трех футов, включая длинный хвост.



Один из крупных динозавров юрского периода (*диплодок длинный*)

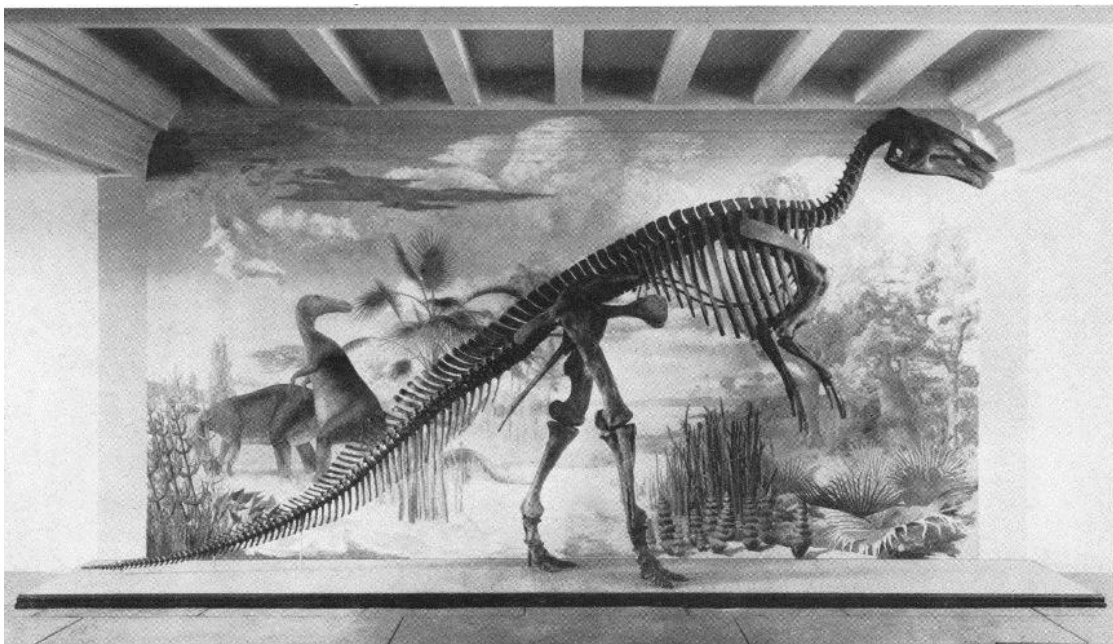
Этот великолепный экземпляр, выставленный Денверским музеем естественной истории, имеет длину семьдесят пять футов шесть дюймов. Потребовалось два года, чтобы выполнить задачу по извлечению костей из породы-матрицы и подготовке их к установке. Диплодок был одной из многих крупных рептилий, населявших запад Северной Америки сто пятьдесят миллионов лет назад. Скелет был получен из пластов Моррисона в восточной части штата Юта. Такое же образование обнаружено во многих населенных пунктах штата Колорадо, включая предгорья к западу от Денвера, где оно получило свое название от города Моррисон.

В юрский период выделилась группа крупных динозавров, у которых были более одинаково развиты передние и задние конечности. Они были медлительными существами, четвероногими по способу передвижения, вегетарианцами по своему рациону. Некоторые из них достигли огромных размеров, и считается, что они прибегли к жизни в воде, чтобы перенести часть веса со своих ног. *Диплодок* и *бронтозавр* - имена хорошо известных гигантов этой группы. У них были длинные шеи и хвосты, очень маленькие черепа, они были

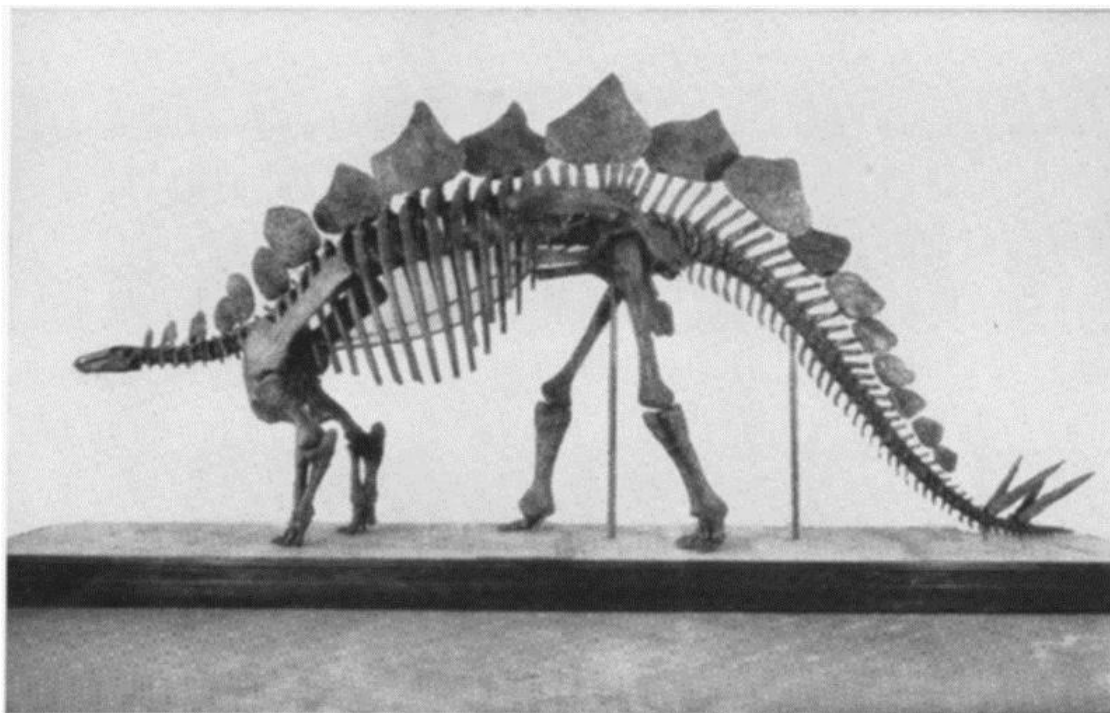
самыми крупными из всех наземных животных и, как известно, достигали в длину восьмидесяти футов и более. По некоторым оценкам, основанным на измерениях неполных скелетов, высота превысила сто футов, но эти крайние значения несколько сомнительны. *Диплодок* был более удлиненным из двух, большая часть его длины приходилась на хлыстообразный хвост. Длина нашего верхового скелета составляет семьдесят пять футов шесть дюймов, если измерять вдоль позвонков. Его высота в области таза составляет двенадцать футов шесть дюймов.

Зубы этих крупных четвероногих имеют слегка расширенную и притупленную форму, что вызвало некоторые предположения относительно их возможного использования. Было даже высказано предположение, что эти животные были рыбоедами, но это кажется невозможным ввиду большого размера и общих характеристик группы. Хотя они чрезвычайно отличаются друг от друга в некоторых отношениях, они считаются более близкими родственниками плотоядных, чем травоядных второй великой ветви племени.

К бесспорным травоядным животным, составляющим эту вторую ветвь расы динозавров, также относятся как двуногие, так и четвероногие. Более известными растительноядными были крупные животные, но не такие монстры, как *тираннозавр* или *бронтозавр*. Из двуногих, *траходон*, пожалуй, наиболее известен. Это один из утконосых динозавров, средняя длина которого составляла около тридцати футов. Утконосые были безоружными, активными животными, хорошими пловцами, а также бегунами. Они были заметны и широко распространены в конце мелового периода. Много скелетов было найдено в западной части Северной Америки. Естественные слепки и оттиски мумифицированных останков указывают на то, что шкуры были чешуйчатыми, а ступни снабжены перепонками между пальцами. Клюв был широким, плоским и беззубым, но по бокам рта располагалось большое количество простых зубов, плотно расположенных параллельными рядами. Прекрасный скелет, выставленный в нашем зале, имеет тридцать футов шесть дюймов в длину. Ближайшие родственники *траходона*, такие как *коритозавр*, имели полые костяные гребни, гребешки или трубчатые структуры на макушке головы. Возможно, они были полезны в связи с дыханием во время кормления под водой.



Утконосый динозавр мелового периода (*Trachodon mirabilis*)



Стегозавр (*Stegosaurus stenops*)

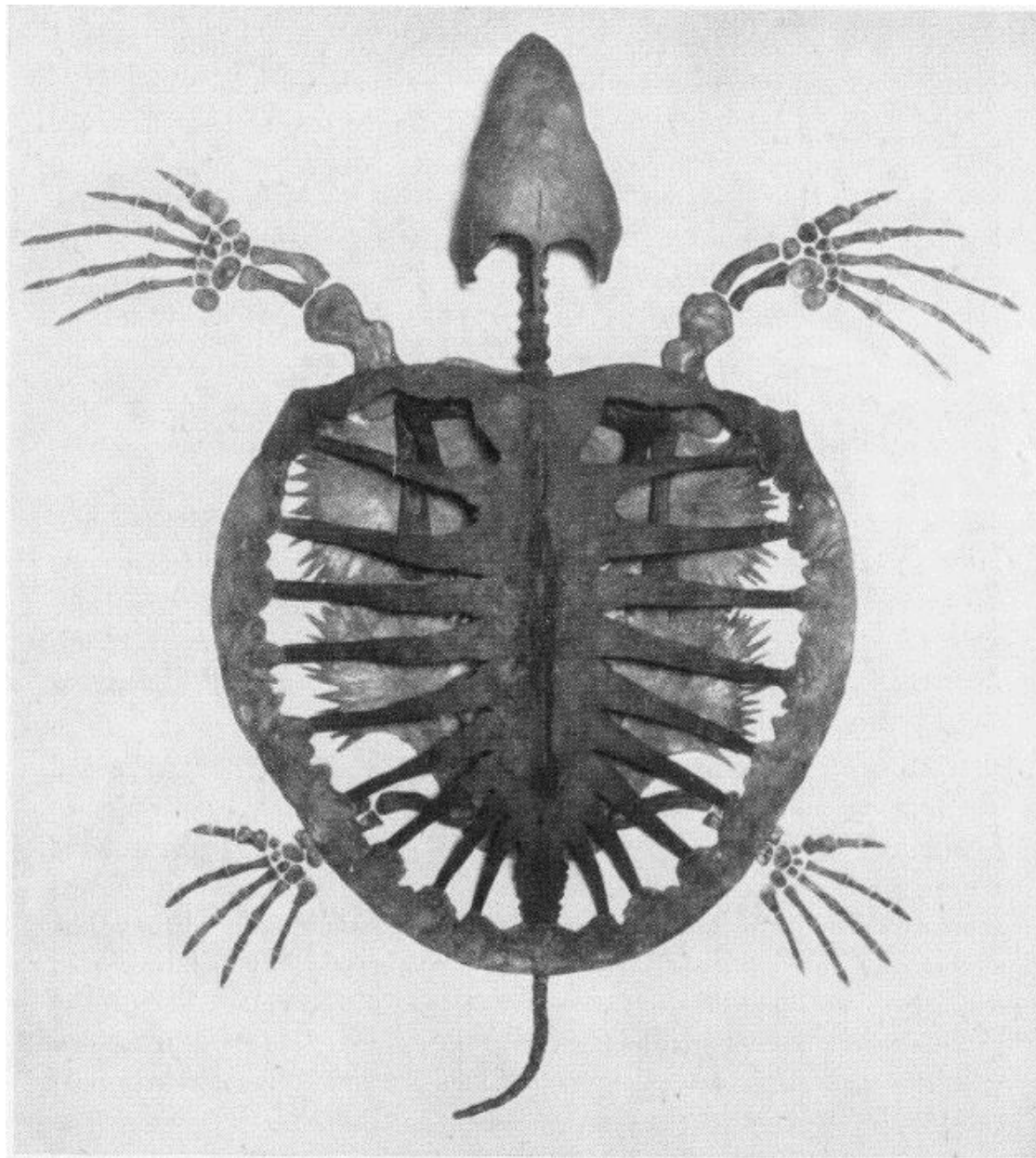
Среди четвероногих вегетарианцев интересное семейство представлено *стегозавами*, динозавами поздней юры длиной около двадцати футов. У этих существ были тяжелые конечности, используемые только для ходьбы, выгнутая спина и почти полное отсутствие мозга. Двойной ряд больших приплюснутых пластин, стоящих вертикально и простирающихся от задней части черепа почти до кончика хвоста, обеспечивал некоторую защиту спины животного, но в остальном защитной брони не было. Несколько длинных шипов на конце хвоста, вероятно, служили оружием. Установленный скелет в нашей коллекции был получен из Гарден-парка недалеко от Кэнон-Сити, штат Колорадо, района, который издавна славится останками динозавров.

Анкилозавры имели более совершенную броню с плотно посаженными костными пластинами, аккуратно прилегающими к телу. Они были примерно того же размера, что и стегозавры, но тело у них было широким и несколько приплюснутым. Эти бронированные четвероногие, по-видимому, жили только в меловой период, после исчезновения стегозавров. Их зубной ряд был очень скудным, а в некоторых случаях и вовсе отсутствовал. *Анкилозавры* и *нодозавры* являются хорошими примерами этого типа. Они были описаны как анимированные танки, и иногда их называют имеющими вид огромных рогатых жаб.

Одними из последних динозавров, пришедших и ушедших, были рогатые четвероногие, известные как цератопсии. Вся их история, по-видимому, была ограничена верхнемеловым периодом и завершающими стадиями эры рептилий в Америке. *Трицератопсы* и *Моноклониусы* являются хорошо известными представителями группы. Помимо рогов, которые появлялись над глазами или ближе к центру носа, некоторые кости черепа имели широкое, уплощенное продолжение назад, которое образовывало большую оборку или воротник, доходивший до шеи сзади до плеч. Эта оборка в сочетании с большим черепом придавала животному вид почти одной трети головы. У *Трицератопса* было три рога, у *моноклониуса* только один. Средняя длина животных была чуть меньше двадцати футов.

Хотя о происхождении рогатых динозавров известно очень мало, ценная находка в Монголии может пролить некоторый свет на этот вопрос. Маленький динозавр с хорошо развитой

оборкой, но без рогов, когда-то обитал в районе нынешней пустыни Гоби, и в знак признания очевидного родства он был назван *Протоцератопсом*. В дополнение к многочисленным скелетам, рядом с костями было найдено несколько гнезд с яйцами. До того, как было сделано это открытие, яйца динозавров были практически неизвестны. Репродукция одного из таких гнезд есть среди наших экспонатов.



Морская черепаха мелового периода (*Protostega gigas*)

Это морское животное принадлежит к группе, которая вымерла незадолго до окончания великой эры рептилий, но несколько родственных форм все еще сохранились. Их вес значительно снижен за счет своеобразной конструкции панциря, а передние лапы увеличены для использования в качестве весел, что является отличной иллюстрацией того, как сухопутный тип может приспособиться к жизни в море.

За возможным исключением очень немногих недолговечных остатков, динозавры вымерли до открытия эры млекопитающих, многие из них за миллионы лет. Вместе с ними ушли другие виды древних рептилий, и причина их вымирания - проблема, которая, возможно, никогда не будет решена. Условия оставались благоприятными для черепах, которые

впервые появились в триасовый период, и для крокодилов, которые относятся к юрскому периоду. Змеи были только в начале своей истории, когда закончилась эпоха. Выживание этих современных форм предполагает, что им в большей степени, чем динозаврам, благоприятствовали в течение длительного периода меняющихся условий, все подробности которого нам неизвестны.

В целом следует ожидать, что катастрофа сначала постигнет высокоспециализированных существ, таких как динозавры, которые стали более тонко приспосабливаться к конкретной среде, в которой они жили. Похоже, что некоторые из них были слишком прогрессивны до определенного момента, но недостаточно приспособлены, чтобы выйти за пределы этой стадии, или достаточно удачливы, чтобы продвигаться в направлениях, которым можно было следовать, из-за колебаний в вопросе снабжения пищей, хищных врагов, климата и других факторов, влияющих на успех или неудачу.

Эпоха рептилий завершилась исключительной вулканической активностью во многих частях мира, но это не может объяснить исчезновение чрезвычайно разнообразной и многочисленной рептильной жизни. Извержения были просто случайными в связи с перемещениями и перестройками больших массивов горных пород, составляющих земную кору или поверхность. Такие складчатости земной коры и возвышения всегда имели серьезные последствия как для растений, так и для животных из-за их влияния на дренаж и климат. Подобные нарушения происходили на западе Северной Америки в позднеюрское время, со складчатостью и поднятием в районе Сьерра и, вероятно, простиравшимися от Мексики до южной Аляски. В ходе этих перемещений образовалась большая впадина к востоку от этого возвышенного района, которая обеспечила доступ к морю с юга на север. В течение мелового периода неоднократно происходили вторжения и отступления моря через эту великую впадину, что привело к незначительным изменениям высоты дна. Следовательно, в Колорадо и прилегающих штатах существует множество морских образований, некоторые из которых богаты окаменелостями.

Перед окончанием мелового периода море окончательно покинуло этот регион, и мезозойская эра завершилась революционными потрясениями, которые привели к возникновению новой горной системы. Скалистые горы можно рассматривать как часть этой системы, и они родились в это время. Скалистые горы, однако, демонстрируют безошибочные признаки повторяющегося подъема с интервалами эрозии, во время которых их общая высота значительно уменьшалась. То, что мы видим от них сегодня, является результатом более чем пятидесяти миллионов лет непрерывной геологической активности.

РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР И КЛИМАТ

Некоторое представление о мезозойском климате можно получить по характеру и распространению растительного мира. Триасовая флора невелика, и существует очень мало ископаемых свидетельств для более ранней половины этого периода. Вполне возможно, что какое-то время на большей части Северной Америки преобладали засушливые или пустынные условия, как в конце палеозойской эры. Растительная жизнь поначалу была немногочисленной, и условия были неблагоприятными для производства окаменелостей. Однако в верхнетриасовых породах Вирджинии есть признаки заболоченности с преобладанием тростника и папоротников. Прилегающие лесные массивы были хорошо покрыты крупными хвойными вечнозелеными растениями, у которых нет годичных колец, как у подобных деревьев в регионах, где холодные зимы чередуются с теплым летом. Это говорит о том, что, по крайней мере, для данного времени и места климат был

равномерно теплым, без сезонных колебаний. На теплую температуру или субтропический климат снова указывают некоторые растения юрского и мелового периодов, но также очевидны интервалы более низких температур и переменчивый климат. Пальмы, инжир и другие деревья, очень похожие на современные виды, обитающие сейчас только в более теплых регионах, были широко распространены в позднем меловом периоде, и их ареал расширился до регионов, которые с тех пор стали слишком холодными, чтобы поддерживать такой рост.

Тенденция к современным формам в растительном мире была постепенной, но на протяжении всей эпохи время от времени появлялись новинки, привлекающие внимание ботаников. Папоротники и хвощевые заросли, напоминающие палеозойские леса, вскоре начали терять свою известность по мере того, как господствовали деревья, дающие семена. Мезозойский период вполне можно было бы назвать эпохой саговниковых из-за поразительных характеристик этой группы растений. В течение трех периодов процветали различные сорта, причем юрский период выделяется как время наибольшего изобилия.

Непосвященному обычные окаменелости саговника напоминают “окаменелые ананасы”, но это всего лишь покрытые шрамами стебли деревьев малого и среднего размера с пучками листьев на верхушке и обычно без ветвей. Листья и характер роста наводят на мысль о чем-то больше похожем на крупные папоротники или низкорослые пальмы, с короткими, толстыми стволами, редко превышающими пятнадцать футов в высоту, а многие из них ниже трех футов. Листья редко встречаются целыми или прикрепленными к стволам, но случайные находки указывают на длину листа около десяти футов. Хотя они относятся к числу первых и низших семенных растений и в этом отношении родственны хвойным, их внешний вид был совершенно непохож на современные конусовидные вечнозеленые растения.

Более похожими на распространенные сегодня хвойные деревья были секвойи раннего мезозойского происхождения, гораздо более распространенные в меловой период, чем в настоящее время. Девичьи деревья, в настоящее время представленные единственным видом *гинкго*, которое культивируется в основном в Китае и Японии, никогда не были особо заметными, но представляют интерес как древнее семейство, которое существовало на протяжении всего мезозоя и вплоть до наших дней. До окончания мелового периода цветковые растения значительно превосходили по численности группы спороносцев, такие как папоротники и хвощи, которые раньше были так многочисленны. Однако мы мало знаем о ранних цветах, за исключением того, что связано с деревьями, крупные ярко окрашенные соцветия того типа, которые сейчас заметны в лесах, на лугах и в садах, появились позже и плохо поддаются сохранению в виде окаменелостей.

Флора мелового периода была удивительно современной по своему характеру, намного опережая животный мир. Тополя, платаны, магнолии, пальмы, инжир, дубы и крушина были в изобилии в конце мелового периода, на что указывают окаменелости формации Ларами, которая является поверхностной породой во многих населенных пунктах близ Денвера. Также в изобилии в различных местах в то время произрастали грецкий орех, фундук, лавр, тюльпан, клен, бук, береза, хлебное дерево, плющ, падуб и многие другие хорошо известные деревья и кустарники. Осока и травы, которые стали столь важны для травоядных млекопитающих следующей эпохи, впервые появились в меловой период, но тогда были незаметны.

СЛЕДЫ УГЛЯ И ОКАМЕНЕЛОСТЕЙ

Обилие растительной жизни в районе Колорадо в меловой период определяется размерами залежей угля этого возраста. Примерно четверть площади штата залегает под угольными пластами толщиной от нескольких дюймов до пятидесяти футов и более, большая часть которых относится к меловому периоду. В северном округе Колорадо угленосной формацией является Ларами. Недалеко от Денвера в формации Арапахо, залегающей над Ларами, есть некоторое количество угля более позднего возраста.

В угольных шахтах часто находят превосходные окаменелости растений, а иногда и другие свидетельства доисторической жизни. В шахте недалеко от Кэнон-Сити, штат Колорадо, после извлечения угля из вышележащей породы была сделана серия естественных слепков лап динозавра. Один из них, находящийся в Денверском музее естественной истории, как видно, состоит из песчаника внутри очень тонкого слоя темной глины. К нижней поверхности прижат обуглившийся стебель растения мелового периода, которое росло в болоте, где образовалось месторождение угля.

Поскольку форма лап динозавра узнаваема безошибочно, мы можем только предположить, что крупная рептилия этого типа ходила по поверхности болотистой почвы, на которой скопился большой слой гниющей растительности. Сверху оседал слой грязи, который становился достаточно твердым, чтобы сохранять форму ступней по мере продвижения животного. Любой растительный материал, находившийся на иле или включенный в него, был вытеснен на дно отпечатков и расплюсчен весом огромного существа. Затем следы были занесены песком из какого-то близлежащего источника во время сильного ливня.

После этих событий, вероятно, произошло оседание местности, и над древним болотом образовалась огромная толща породообразующих отложений. Погребенная растительность постепенно превращалась в уголь, песок уплотнялся в твердый песчаник, а из ила образовались сланцы, образующие кровлю нынешней шахты, которая сейчас находится на высоте мили над уровнем моря в результате общего подъема региона Скалистых гор в конце мелового периода и в последующее время.

Когда уголь был удален, твердые обломки песчаника легко отделились от окружающих их более мягких сланцев. Небольшое количество сланца прилипло к песчанику, и часть сплюсненной растительности, которая сейчас находится в состоянии угля, все еще остается прикрепленной.

МЕЗОЗОЙСКИЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ

Как и в другие эпохи, численность беспозвоночных меняется в зависимости от периодов. Появляются характерные формы, становятся более или менее заметными, затем во многих случаях приходят в упадок или исчезают. Различия между моллюсками особенно полезны при идентификации горных пород, возникших в морях мелового периода. Двустворчатые моллюски рода *Inoceramus*, аммониды с прямым панцирем, известные как *бакулиты*, и устрицы распространены в некоторых из обнаженных формаций в нескольких милях к западу от Денвера.

Аммониды, или “аммониты”, были чрезвычайно распространены по всему миру в мезозойское время. Их раковины имели камеру, подобную раковинам жемчужного наутилуса, родственного головоногого моллюска, обитающего в настоящее время в тропических морях. В то время как сегодня обитают только четыре вида из племени наутилусов, тысячи видов аммонид населяли доисторические моря. В триасовое время

появилось много новых форм, но немногие пережили этот период. Заметное возрождение произошло в юрском периоде, за которым последовал упадок и, в конечном итоге, вымирание в конце мелового периода. Аммониты, достигавшие трех-четырех дюймов в диаметре свернутой раковины, были примерно среднего размера, но диаметры до трех-четырех футов не были редкостью. Снаружи раковины были украшены ребрами, шишками и шипами; внутри была перламутровая подкладка. Перегородки были тонкими и состояли из того же перламутрового вещества, что и подкладка. Каждая перегородка становится волнистой по мере приближения к скорлупе, а линия соединения имеет отчетливый рисунок, который наблюдается у образцов, утративших внешний слой скорлупы. Эта волнистая линия шва становится более сложной у более поздних представителей расы, а особые отметины, появляющиеся в результате повторяющихся перегородок, обеспечивают удобный метод идентификации.

Белемниты, или чернильные рыбы, считающиеся предками ныне живущих каракатиц, составляют еще одну группу плотоядных моллюсков. Они, однако, утратили внешнюю оболочку, и обычное ископаемое является частью внутренней оболочки или “скелета”, известного как страж. Это известковое сооружение имеет форму заостренной сигары и редко превышает фут в длину, хотя общая длина тела более крупных животных обычно составляла около шести-восьми футов. Было описано несколько сотен видов, большинство из которых относятся к юрскому возрасту. К концу эры они быстро пришли в упадок.

В жизни беспозвоночных мезозоя сильно преобладали моллюски, причем на первом месте стояли головоногие моллюски, двустворчатые пелециподовые моллюски и одноклапанные брюхоногие моллюски или улиткоподобные формы, занимающие подчиненное положение. Доминировавшие в палеозое трилобиты, морские скорпионы и тетракораллы исчезли, в то время как брахиоподы и криноиды были сильно изменены и больше походили на формы, которые живут сегодня.

Криноиды стали умеренно распространенными в разное время, но во многом отличались от своих сородичей предыдущей эпохи. Некоторые из крупнейших известных видов, длина стеблей которых оценивается в пятьдесят футов, были обнаружены в породах нижнеюрского периода. На большое изобилие микроскопической жизни указывает частое присутствие мела в меловых образованиях. Кораллы современного рифообразующего типа (гексакораллы) были распространены в теплых морях большей части мира.

Насекомые раннего мезозоя представлены небольшим количеством окаменелостей, хотя очевидно, что зарождались некоторые новые формы. Теплый климат, преобладающий на большей части земного шара, по-видимому, был благоприятным фактором в развитии жизни насекомых. В дополнение к старым видам тараканов и стрекоз можно упомянуть появление кузнечиков, цикад, ручейников, жуков и муравьев.

В юрских породах встречается несколько сотен видов, и к концу мелового периода, вероятно, существовало большинство известных нам семейств насекомых. летопись серьезно затемнена эрозией горных пород, которая так часто знаменует конец периода, а также небольшими размерами объектов и исключительными условиями, необходимыми для получения таких деликатных окаменелостей. Одними из последних появившихся знакомых насекомых были пчелы и бабочки. Они, очевидно, появились вместе с более развитыми видами цветковых растений, вырабатывающих нектар, которым питаются многие насекомые. Вероятно также, что без появления этих насекомых и их участия в опылении цветов сегодняшняя флора сильно отличалась бы от того, что она есть.

ВЫМЕРШИЕ ПТИЦЫ

Неудивительно, что птицы впервые появились в мезозойскую эру, поскольку из всех животных они больше всего похожи на рептилий как класс. Перья - едва ли не единственная надежная характеристика всей группы, почти всем остальным признакам соответствуют какие-нибудь рептилии глубокой древности. Привычка к гнездовью, которая включает в себя заботу о детеныше, а также о яйцах, является вопросом прогресса, который связан с полетом и повышением температуры тела. По-видимому, он был развит обитающими в лесах видами, живущими среди деревьев и гнездящимися там в сравнительной безопасности от врагов, рыщущих по земле.

Самые древние из известных доисторических птиц были найдены на литографском камне верхнеюрского возраста. *Археоптерикс* был обнаружен в 1861 году в Соленхофене, Германия. Шестнадцать лет спустя похожая птица в лучшей сохранности была найдена в Баварии. Последний был назван *Archaeornis*. Некоторые авторитетные источники считают эти окаменелости юрского периода настоящими птицами, в то время как другие полагают, что они более близки к рептилиям, причем мнения основаны на тщательном изучении черепов и других особенностей скелета. У обеих птиц были зубы рептильного типа, и очевидно, что клюва у них не было, так как челюсти были покрыты чешуйчатой кожей. Костяное строение длинного хвоста наводило бы на мысль о ящерицах, а не о птицах, если бы не наличие перьев, прикрепленных с каждой стороны. Голова, шея и части тела были покрыты чешуей. Крылья были хорошо снабжены крепкими перьями, но каркас скелета указывает на то, что птицы были планерами, а не настоящими летунами. Когти на крыльях служили пальцами, помогая лазать по ветвям деревьев - практика, которая иногда отмечается среди птенцов ныне живущих птиц. Однако у современных взрослых птиц когтеобразные отростки передних конечностей сильно редуцированы и мало пригодны для использования.

Следующие важные ископаемые птицы были найдены в меловых породах Канзаса, и оба они были морскими рыбаками, а не лесными обитателями. *Ихтиорнис* был маленькой птичкой, около восьми дюймов в высоту, мощным летуном с челюстями и зубами рептилии. *Гесперорнис* был создан для ныряния и плавания, как гагара, но был несколько крупнее и снабжен зубами. Его крылья были слишком слабо развиты, чтобы их можно было использовать в полете.

Зубатые птицы вымерли с окончанием мелового периода, а предки современных видов существовали до эпохи млекопитающих, но ископаемых останков мало и они плохо сохранились. Однако известно, что крупные страусиноподобные птицы обитали в Северной Америке в период эоцена. Один из них, по имени *Диатрима*, на реконструированном скелете достигает почти семи футов в высоту. Ноги у него тяжелые, крылья сильно уменьшены, клюв массивный. По своему отношению к современным птицам он, возможно, ближе к журавлям, чем к страусам.

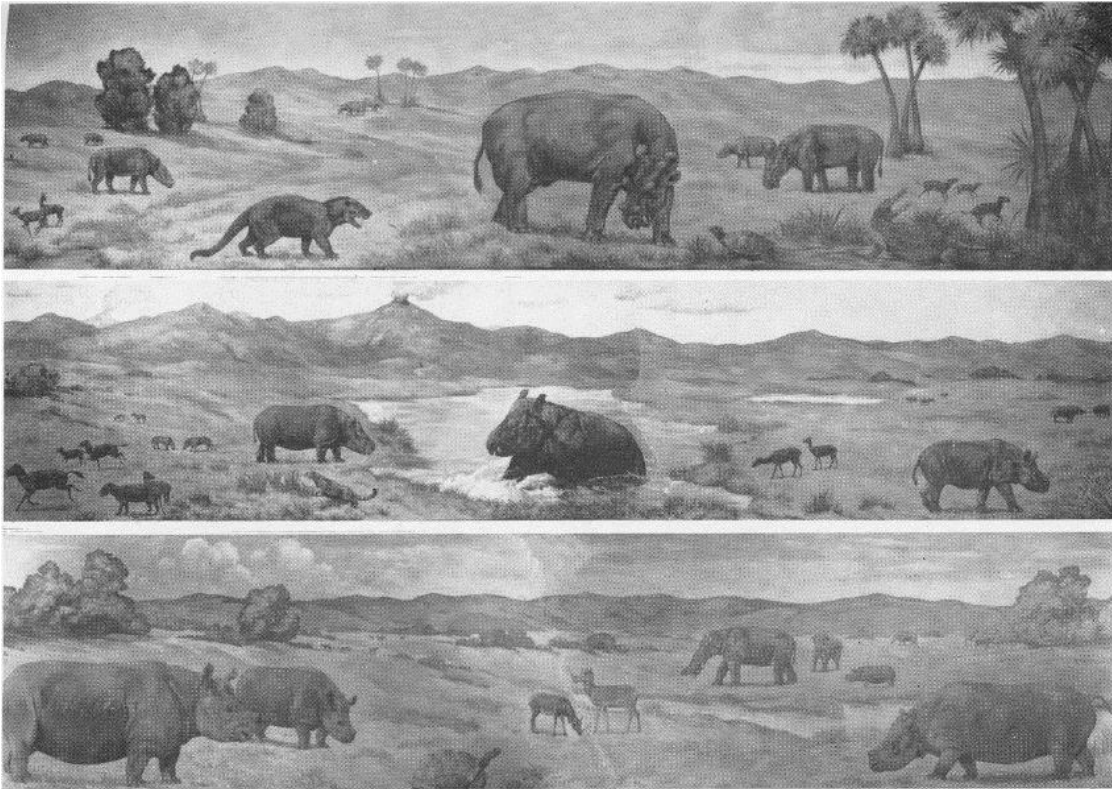
Нелетающие птицы большого размера известны во многих частях света и, по-видимому, были заметны на протяжении всей кайнозойской эры, как и сегодня в южном полушарии. *Эпиорнисы* обитали на Мадагаскаре в период плейстоцена и, возможно, вымерли совсем недавно. Его яйца - самые крупные из известных окаменелостей, в несколько раз превышающие размер страусиного яйца. Также в этот период моа обитали в Новой Зеландии, где их останки все еще в изобилии. Один из самых крупных, известный как *Динорнис*, имел примерно ту же форму, что и *Диатрима*, но шея была длиннее, голова и клюв меньше, ноги лучше приспособлены для бега, рост около одиннадцати футов.

Гораздо меньшая нелетающая птица, дронг, вымерла в наше время. Этот бывший обитатель Маврикия и других островов Индийского океана состоял в родстве с голубями и голубяньями и утратил способность к полету из-за неиспользования крыльев. Это была неуклюжая, незащитная птица весом, возможно, до пятидесяти фунтов. Фактических останков немного, и они неполны, а описания, опубликованные исследователями, знавшими птицу два столетия назад, не вполне заслуживают доверия. На плейстоценовом ранчо ла Бреа в Калифорнии была обнаружена самая крупная из всех доисторических летающих птиц - гриф, носящий название *Teratornis*. Заново собранные скелеты показывают, что они были немного крупнее существующих кондоров.

ПРЕДКИ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Однопроходные, или яйцекладущие, виды млекопитающих, такие как утконосы и колючие муравьеды, которые сейчас населяют Австралию, почти неизвестны как ископаемые. Сумчатые, следующая группа высших живых существ, к которой относятся опоссумы и кенгуру, появились в конце мелового периода вместе с плацентарными, или высшими млекопитающими, которые доминировали в истории кайнозойской эры. Тем не менее, есть несколько зубов и челюстей из горных пород триасового и юрского периодов, указывающих на то, что мелкие млекопитающие, от мышиных до чуть крупнее крысы, существовали на протяжении большей части Эпохи рептилий. Нет полного скелета ни одной из ранних форм, и мало что известно об их родстве ни с ныне живущими отрядами млекопитающих, ни с вероятными предками среди рептилий. К концу эпохи летопись становится несколько более ясной, но она снова затемняется последовавшими за этим великими потрясениями.

Оглядываясь назад, на более ранних наземных животных, в поисках происхождения первого вида млекопитающих, необходимо дойти до пермского или даже каменноугольного периода. Жившие тогда рептилии имели много общих структурных черт с млекопитающими, и звероподобные формы продолжали процветать вплоть до конца триаса. Интересная группа таких животных, названная терапсидами, была одной из самых ранних появившихся групп рептилий и хорошо известна по окаменелостям, найденным в Красных пластах Техаса и Нью-Мексико, в Европе, Южной Африке и Азии. В эту группу включено довольно много разнообразных типов, со многими достижениями в области зубочелюстной системы и модификациями черепа, конечностей и строения таза, что убедительно наводит на мысль о родстве с млекопитающими.



Фрески над экспонатами окаменелостей, Зал млекопитающих

Вверху: Эоцен; Протолопус, Таньоринус, Патриофелис, Утатерий, Черепаха, Крокодил, Эохиппус.

Средний: Верхний олигоцен; Meshippus, Merycoidodon, Hoplophoneus, Metamynodon, Pseudobrotherium, Trigonias.

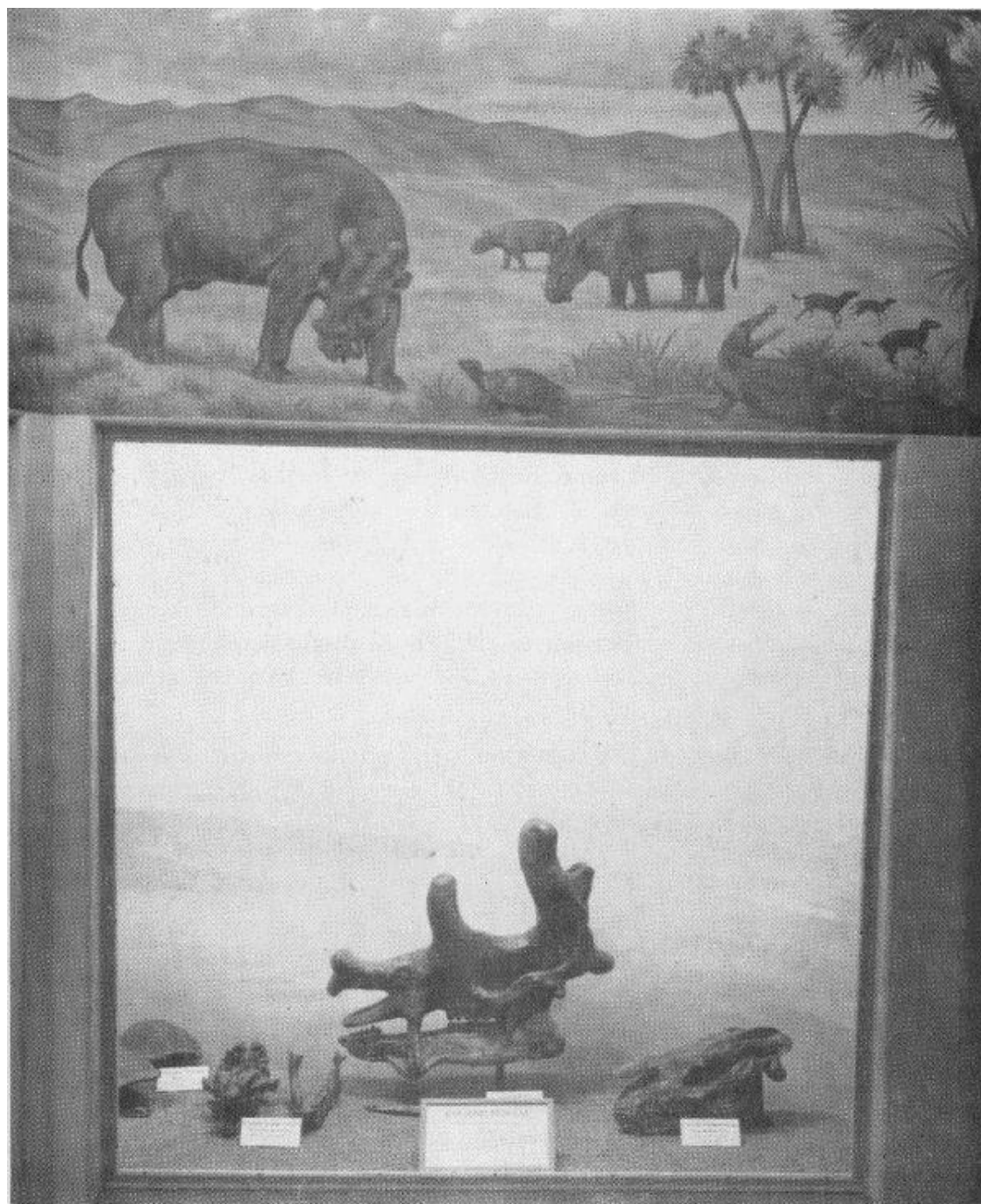
Внизу: плиоцен; Телеоцерас, Черепаха, Синтетоцерас, амелелодон, телеоцерас.

ЭПОХА МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Поразительной чертой развития жизни в кайнозойскую эру является огромный прогресс и экспансия по земле рас млекопитающих. Однако разделение эпохи на периоды было основано в основном на изучении ископаемых моллюсков. Столетие назад геологи заметили, что в Парижском бассейне Франции самый молодой из осадочных пластов содержит наибольшее количество современных или все еще живущих видов. Последовательно спускаясь в более старые пласты, процент современных видов уменьшался до тех пор, пока в самых старых породах серии практически не осталось живых видов. Исходя из процентного соотношения современных форм среди доисторических, было предложено провести следующее разделение: эоцен, что означает *рассвет недавнего*; миоцен, что означает *менее поздний*; и плиоцен, что означает *более поздний*. Некоторое время спустя было предложено добавить еще один период, и ему было дано название плейстоцен, что означает *самый поздний*. В 1854 году более старые миоценовые формации были отделены и отнесены к недавно выделенному олигоценовому периоду, это название означало *немного из недавнего*.

Ранние геологи разделили горные породы на три большие группы, применив названия Первичных, вторичных и третичных. Впоследствии к ним было добавлено название Четвертичных, которое применялось к самым молодым образованиям земли. В настоящее время в обиходе остаются только два из этих терминов: часто принято называть объединенные периоды эоцена, олигоцена, миоцена и плиоцена “третичным” разделением

кайнозоя; плейстоцен и недавние периоды - "четвертичным" разделением. Геология какого-нибудь отдаленного будущего может быть более ясной в отношении полного значения этого разделения Эпохи млекопитающих на две части. Возможно, великая эпоха завершилась в конце плиоцена, как завершались и другие, обычными земными потрясениями и климатическими изменениями, а также вымиранием животных, некогда занимавших видное место в фауне мира. События такого характера зафиксировали свое возникновение, но в конечном итоге может оказаться, что это была серия незначительных событий, несопоставимых с революционными изменениями, положившими конец другим великим разделениям времени. Излюбленная практика относить нас и наше время к кайнозою основана на распространенном мнении, согласно которому ни одна великая эпоха не заканчивалась с тех пор, как закончилась эра рептилий.



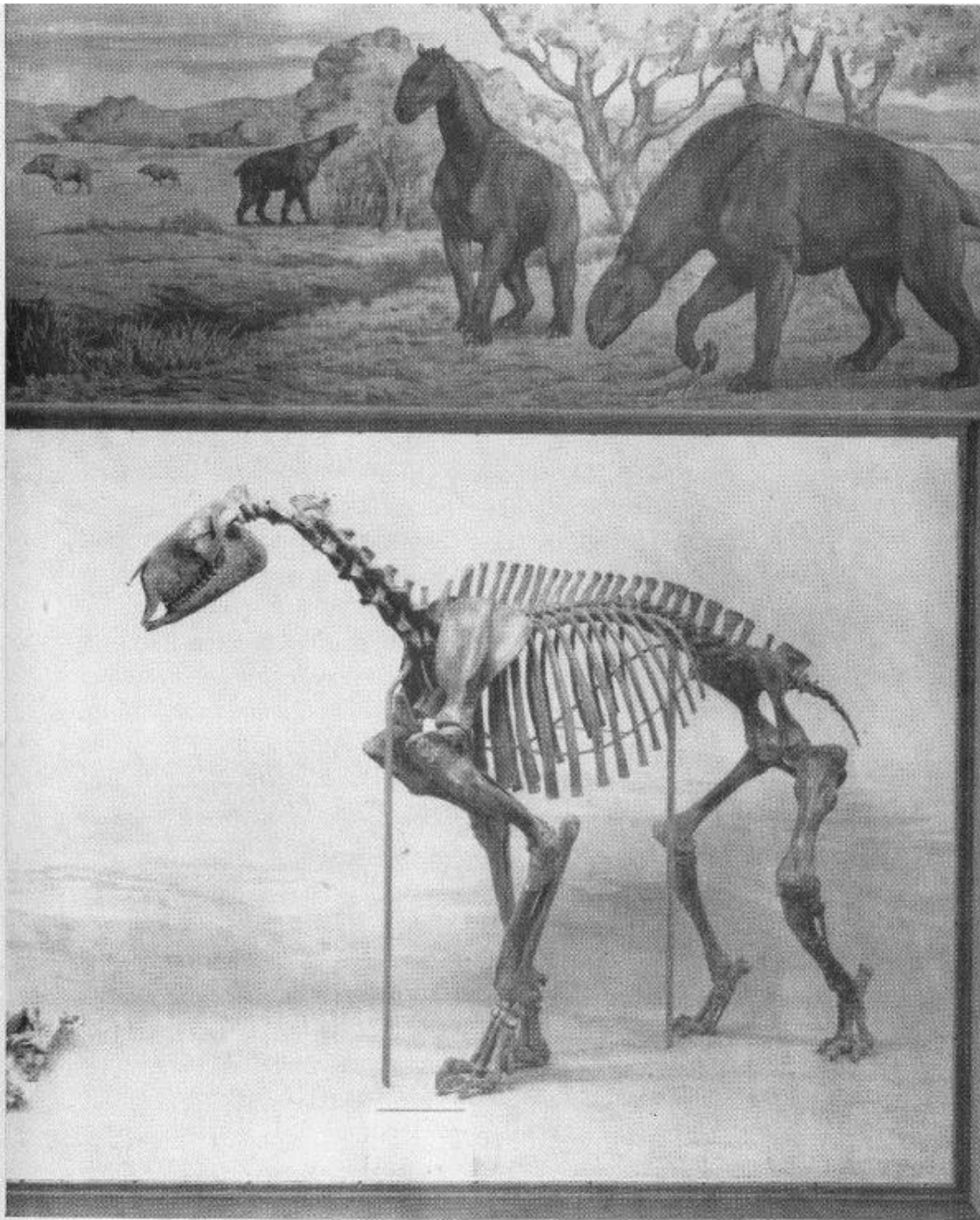
Череп неуклюжего шестирогого уинтатера и раннего безрогого титанотера являются частью этой эоценовой экспозиции. На фреске эти животные и маленький “трехпалый” Эохиппус, самая маленькая из лошадей, изображены вместе с современными черепахой и крокодилом.

Древнейшие из эоценовых пород демонстрируют огромное разнообразие млекопитающих и странный набор форм, намного опережающий мезозойские летописи. Предки и последовательные стадии развития были выяснены лишь частично, хотя детали сохранились лучше для некоторых групп, чем для других. Некоторые существа странной формы, такие как уинтатеры, достигли своего полного развития за относительно короткое время и исчезли из поля зрения еще до окончания периода. Эти животные, представленные в нашей коллекции *Uintacolotherium*, приобрели крупные тела и множество рогов, но своеобразное зубное оснащение приспособило их к особому рациону, который, по-видимому, не был обеспечен в достаточном количестве в критический момент.

С другой стороны, в этот период мы находим предков более успешных групп, некоторые из которых продолжают и в наше время. Лишь некоторые из этих историй можно проследить в кратком очерке, но в целом можно сказать, что у успешных рас было скромное начало и что они очень медленно развивались до того, чем они являются сейчас, в процессе приспособления или становления лучше приспособленными к новым или ранее не использовавшимся условиям в их соответствующей среде. На своих ранних стадиях различные типы имели много общего; они были обобщенными, а не специализированными для какого-либо конкретного вида существования. Для чего они были приспособлены, лучше всего видно по их зубам и лапам, хотя другие особенности строения часто дают ценную информацию. На рост интеллекта указывают размеры черепа и возрастающее развитие верхних долей мозга, о чем свидетельствуют слепки, сделанные изнутри черепов.

Креодонты были самыми ранними и примитивными из плотоядных млекопитающих. Многие из них были маленькими по размеру тела и мозга и снабжены зубами, что указывает на смешанную или в основном насекомоядную диету, или, возможно, на привычку питаться падалью. Хотя среди них существовали значительные различия и некоторая тенденция к специализации, мало что указывало на появление более прогрессивных групп, таких как кошки и собаки, с зубами, отточенными для разрывания плоти, и лапами, специально приспособленными для жизни охотников. Происхождение кошек нельзя проследить дальше олигоцена, но, вероятно, оно связано где-то до этого времени с креодонтами.

Цинодиктис, олигоценовый хищник длиной чуть менее двух футов, обычно рассматривается как примитивная собака, но его признаки настолько обобщены, что он, вероятно, мало чем отличается от предков многих других плотоядных. Скелет этого животного предполагает стройное и гибкое тело, похожее на тело ласки, с несколько укороченными конечностями и длинным хвостом. Оно обитало в лесных районах и, вероятно, было более или менее обитателем деревьев. Более продвинутым хищникам требовались более длинные ноги, лучше приспособленные для бега и настигания добычи, что является способом охоты собаки, или для выслеживания и прыжков на добычу, что является методом кошки.



Моропус (*Moropus cooki*)

Хотя его зубы явно указывают на растительный рацион, у этого странного животного на пальцах ног были когти, как у плотоядных. Вполне вероятно, что когти использовались для выкапывания корней, как указано художником.

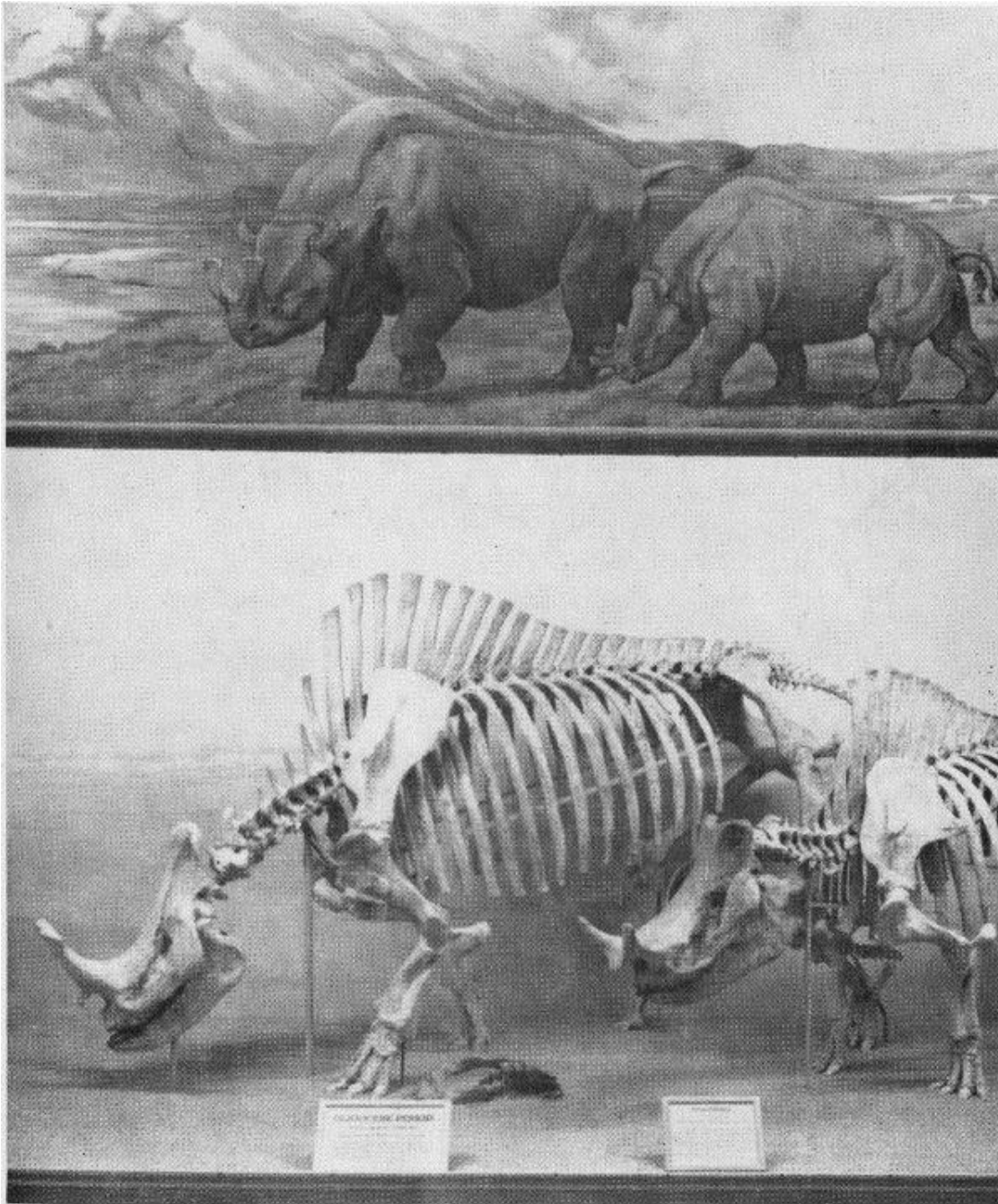
Сегодня важной группой млекопитающих является группа, известная как копытные животные, в которую входят лошади, крупный рогатый скот, олени, свиньи, носороги, тапиры и другие виды, как живые, так и вымершие. Их вероятными предками были мышелковые, примитивные копытные периода эоцена. Один из них, известный как *Фенакодус*, хорошо иллюстрирует общий характер ранних копытных млекопитающих. Оно было около пяти с половиной футов в длину, довольно крупное для своего времени, с длинным хвостом и короткими конечностями, низким удлинённым черепом и маленьким мозгом, очень похожее во многих отношениях на креодонтов или предковых плотоядных животных. Зубья, однако,

частично были шлифовального типа, столь необходимого для благополучия кормушек для растений.

Мышелки были пятипалыми животными и, очевидно, снабжены маленькими копытцами, но более прогрессивные копытные вскоре потеряли один или несколько пальцев, и разделение группы на ветви с нечетными и четными пальцами прочно установилось. Следовательно, семейства копытных с одним, тремя или пятью пальцами классифицируются вместе как тесно связанные друг с другом, а семейства с двумя или четырьмя пальцами выделяются во вторую группу. Клан непалых, известный как непарнопалые, включал таких животных, как лошади, носороги, тапиры и титанотерии, каждый из этих видов был выделен в отдельное семейство. Клан четвероногих подвергся аналогичному обращению и был назван парнокопытными. В это подразделение входят такие семейства, как свиньи, крупный рогатый скот, олени, верблюды, ореодонты и другие. Группа с нечетными пальцами какое-то время доминировала среди крупных животных Северной Америки, но была полностью вытеснена подразделением с четными пальцами, которое все еще процветает, хотя некоторые из более старых семейств вымерли.

Среди экспонатов Денверского музея естественной истории можно увидеть полные скелеты вымерших лошадей, носорогов, титанотерий и халикотерий, представляющих непарнокопытных. *Moropus* был одним из chalicotheres, исключительного семейства, которое так и не стало очень известным, хотя имело долгую историю и сохранилось в Европе и Азии после своего исчезновения в Северной Америке. Это семейство объединено с копытными из-за большого сходства коренных зубов, черепов и других частей скелетов, но пальцы ног были снабжены когтями вместо копыт. Использование этих когтей представляет собой некоторую загадку: возможно, для защиты от плотоядных врагов, для перетаскивания веток в поисках пищи или для выкапывания корней, которые, возможно, были важной частью рациона.

Титанотерии представлены в нашей коллекции скелетами крупного рогатого вида, который был последним представителем этой расы и был обречен на вымирание к середине олигоценового периода. Более мелкие безрогие разновидности эпохи эоцена проиллюстрированы черепами. У этого семейства копытных было непрогрессирующее стоматологическое оборудование и маленький мозг в уплощенном черепе. Коренные зубы легко отличают эту группу от других копытных и позволяют нам проследить родство между более ранними и более поздними разновидностями. Эти зубы принадлежали к типу зубов, которые быстро разрушаются от износа, и очевидно, что животные выживали только до тех пор, пока окружающая среда обеспечивала их обилием мягкой растительности.



Титанотерии олигоценового времени

Название этих животных относится к крупным размерам, хотя по массе они значительно превосходили мастодонтов и мамонтов более поздних периодов. Предковые титанотерии, относящиеся к эоцену, были безрогими животными гораздо меньших размеров. Эти великолепные экземпляры были получены в округе Уэлд, штат Колорадо.

Большой ассортимент материала из носорогов дает представление об огромном изобилии и разнообразии форм этого семейства, которое когда-то было широко распространено в Северной Америке, но больше не встречается среди обитателей этого континента. Некоторые из установленных скелетов были восстановлены с одной стороны, чтобы показать, как эти животные появились во плоти.

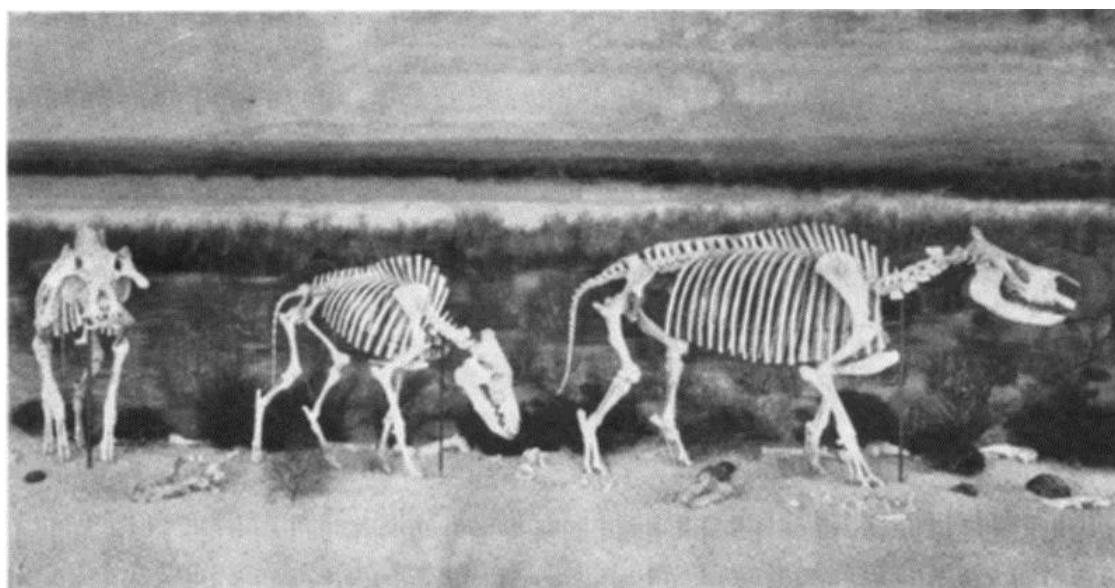
Среди четвероногих копытных также есть несколько типов, иллюстрируемых полными скелетами. *Merycochoerus*, объект исследования одной из наших конных групп, представляет

ореодонтов, большое семейство млекопитающих, история которых начинается с верхнего эоцена и заканчивается в нижнем плиоцене. Ореодонты были мелкими животными, скорее похожими на свиней по форме и довольно распространенными в регионе западных равнин вскоре после появления титанотерий. Древние свиньи представлены на наших выставках двумя установленными скелетами, которые были получены из северо-восточного Колорадо, где были найдены кости, связанные с останками носорога и титанотера. Некоторые из этих животных были очень крупных размеров, и все семейство широко известно как “гигантские свиньи”.

Верблюды и близкородственные формы были довольно многочисленны в Северной Америке с раннего олигоцена до сравнительно недавнего времени. В ходе их истории было выведено множество видов: одни маленькие и изящно сформированные, другие высокие и неуклюжие, очень похожие по строению на жирафа. Были найдены части многих из этих существ, но единственные полностью подготовленные скелеты в нашей коллекции принадлежат маленькой верблюдице-газели, *Stenomylus*, из отложений нижнего миоцена на северо-западе Небраски. Плейстоценовые бизоны представлены несколькими полными скелетами и многочисленными черепами и роговыми покрытиями, некоторые виды демонстрируют чрезвычайно развитую длину рогов. На двух скелетах бизона изображены наконечники доисторического оружия, найденные вместе с костями и указывающие на то, что на этих животных охотились первобытные люди когда-то, незадолго до окончания ледникового периода. Артефакты, впервые обнаруженные недалеко от Фолсома, штат Нью-Мексико, полевыми работниками нашего музея, стали известны археологам как точки Фолсома.

ДОИСТОРИЧЕСКИЕ ЛОШАДИ

Прошлая история лошадей хорошо известна по обилию ископаемого материала, возраст которого варьируется от эоцена до настоящего времени. У современных лошадей только по одному пальцу на каждой ноге, но есть остатки двух дополнительных пальцев, которые можно увидеть только в костной структуре, лежащей под кожей. Большинство их дальних родственников были трехпальцами еще в олигоценовый период. Однако во времена эоцена существовала стадия, которую можно рассматривать как четырехпалую, хотя это, очевидно, было временным состоянием, связывающим известных лошадей с более отдаленными формами, имеющими пять пальцев.



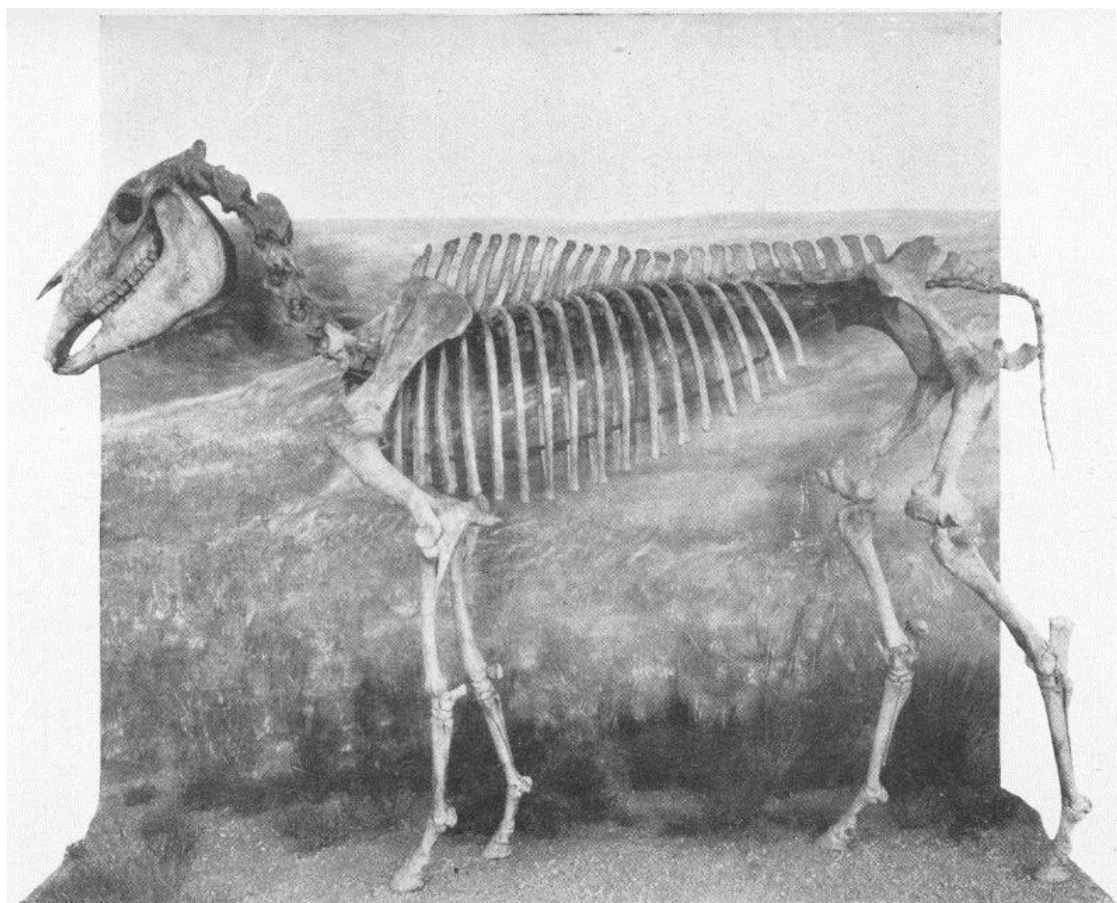
Олигоценые млекопитающие из округа Уэлд, штат Колорадо

Гигантские свиньи (*Archaeotherium mortoni*) слева от группы и носорог (*Trigonias osborni*) когда-то были обычными животными региона западных равнин.

Эохиппус, “конь рассвета”, как его еще называют, - одна из старейших и наиболее известных американских лошадей. Его связь с существующими представителями семейства можно проследить по изменениям в структуре зубов, а также по постепенному уменьшению количества пальцев на ногах, которое наблюдается у промежуточных форм. Его предки когда-нибудь могут быть положительно идентифицированы в той группе обобщенных, примитивных пятипалых копытных млекопитающих, которые, как известно, жили в начале эры млекопитающих, но такая идентификация еще не установлена. Даже *Эохиппус* мало походил на привычную лошадь наших дней. Его рост составлял всего одиннадцать дюймов, а по форме тела он во многом напоминал современную собаку. На передней лапе было четыре пальца, один из них явно короче остальных, но цельный во всех своих частях и, очевидно, способный выдержать часть веса животного. На задней лапе было три полных пальца и крошечный остаток четвертого, который не мог быть замечен внешне.

По мере прогрессирования изменений в строении стоп центральный палец первоначальных пяти пальцев продолжал увеличиваться в размерах, в то время как соседние пальцы становились относительно короче и в конечном итоге настолько уменьшались в длине, что больше не могли касаться земли. Более мелкие кости на конечностях, соответствующие суставам наших пальцев рук и ног, со временем исчезли с боковых пальцев. Затем более длинные кости наружных пальцев потеряли расширенную опорную поверхность, к которой прикреплялись отсутствующие пальцы, и превратились в заостренные остатки, известные как шины. При сильном укорочении костей шины в конечном итоге остаются только небольшой бугорок, который часто называют рудиментарным пальцем ноги. В скелете крупной лошади хорошо видны шины, но у некоторых ранних видов они настолько малы, что коллекционер, который удаляет окаменелый материал из окружающих пород, может легко разрушить их или не заметить. Даже в этом случае кости запястья и лодыжки могут безошибочно указывать на то, что когда-то присутствовал дополнительный палец ноги, поскольку каждая кость опирается на другую, а в месте прикрепления имеется характерная поверхность, назначение которой обычно очевидно.

На протяжении всей кайнозойской эры изменения продолжались. Среди лошадей североамериканского олигоцена были *мезогиппус*, размером примерно с собаку породы колли, и *миогиппус*, который был немного крупнее. Оба были трехпалыми, но рудиментарная шина на четвертом пальце все еще присутствовала на передней ступне. *Parahippus* и *Merychippus* существовали в течение периода миоцена, причем последний был характерен для того времени и демонстрировал, в дополнение к другим достижениям, решительную тенденцию к современной структуре коренных зубов. Произошло некоторое увеличение в размерах, но самая крупная лошадь того периода была едва ли больше маленького пони.



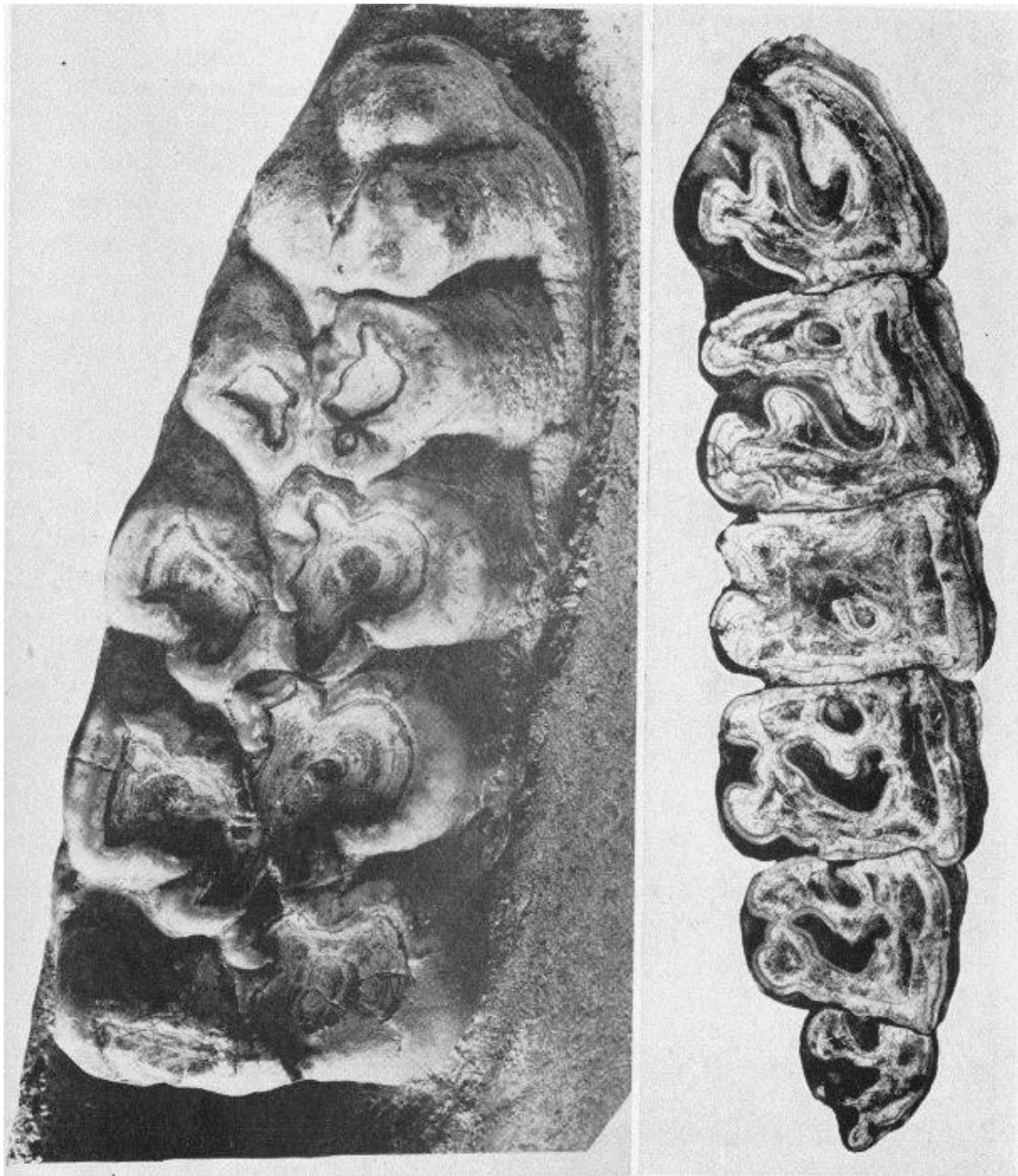
Плейстоценовая лошадь равнин Техаса (*Equus scotti*)

Гиппарион и *протохиппус*, жившие в верхнем миоцене и плиоцене, представляют собой более поздние стадии трехпалого состояния. Боковые пальцы были полностью сформированы, но сильно укорочены, только центральный палец касался земли. У некоторых видов внешние пальцы также стали очень тонкими, приближаясь к состоянию шины. К этому времени коренные зубы были длиннее и лучше приспособлены для питания травой, которая стала достаточно обильной, чтобы привлечь некоторых лесных обитателей на открытую местность.

В период плиоцена у рода *Pliohippus*, а также у *Hipparion* ступни были далеко развиты по строению, у большинства видов были однопалые, боковые пальцы достигли стадии шинирования. Плейстоценовые лошади рода *Equus*, как и современные виды этого рода, были строго однопалыми животными, обитавшими на травянистых участках и высокоспециализированными для жизни в такого рода условиях.

Частично следует отметить специализацию в строении стопы и голеней, где модификации способствовали повышению скорости и способности передвигаться. Это очень полезно для животных равнин, где часто не хватает пищи и воды, а для того, чтобы добыть пропитание, приходится преодолевать большие расстояния. Лошадь, какой мы ее знаем, создана для скорости, ее конечности и ступни удлинены, чтобы обеспечить большой шаг, а также модифицированы для уменьшения веса без потери силы. Обычный шаровой шарнир заменен конструкцией, подобной шкиву, которая ограничивает направление движения, но обеспечивает превосходный механизм для передвижения, особенно по ровной, открытой местности. Гибкость в других направлениях приносится в жертву большей силе, и стопа, кстати, становится менее пригодной для других целей.

Вот что подразумевается под “специализацией” — отход от ”обобщения”. Изучение окаменелостей дает многочисленные иллюстрации специализированного развития, которое в значительной степени способствует росту интереса к доисторической жизни. Любая специализированная структура или привычка, повышающая приспособленность к определенному образу жизни, также известна как “адаптация”. Идее специализации и адаптации вполне соответствует изменение, произошедшее в строении зубов лошадей, поскольку зубной ряд современных пасущихся животных сильно отличается от зубного ряда травоядных существ, питавшихся мягкими листьями и другими растительными веществами лесов.



Строение коренных зубов

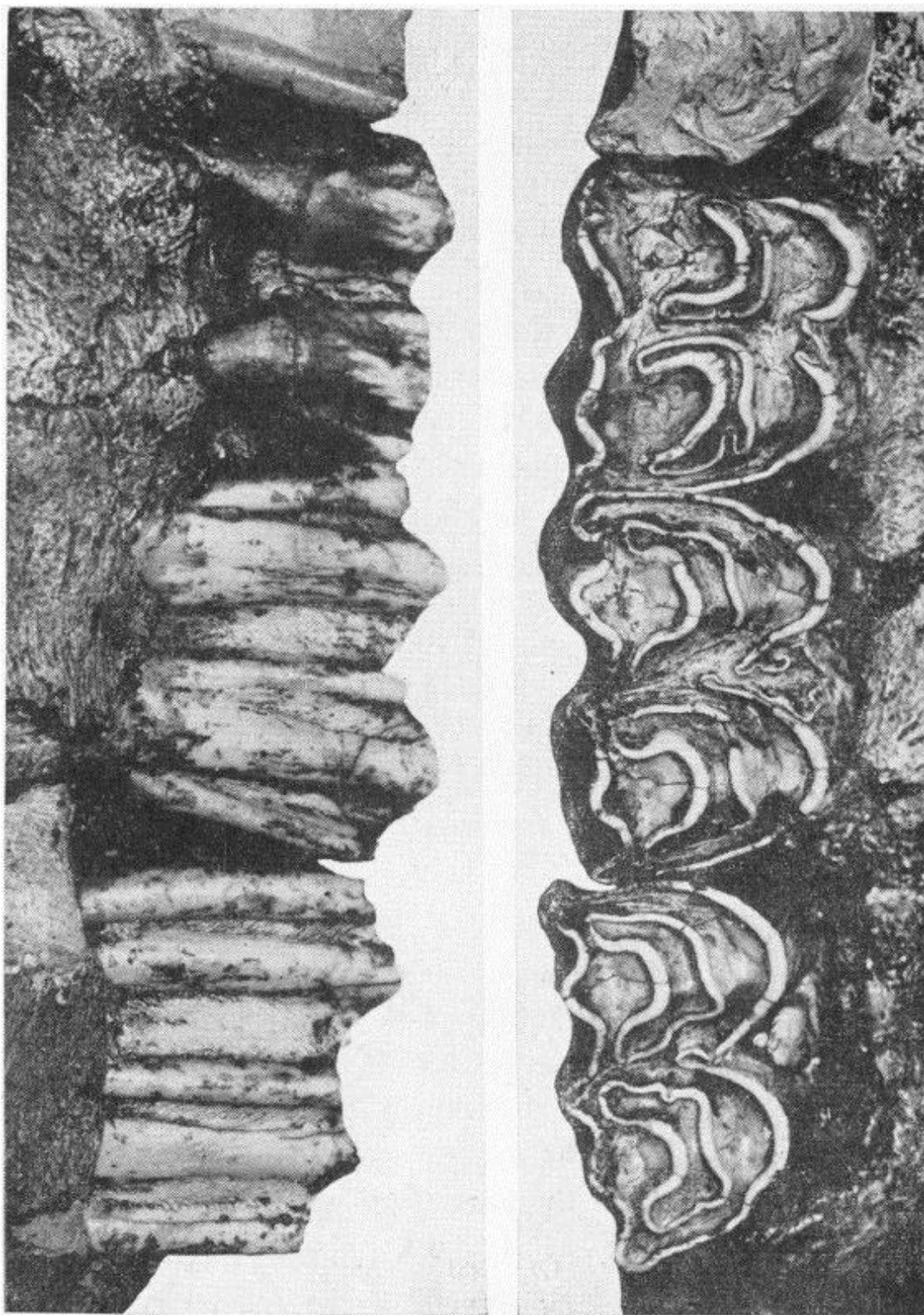
На большом нижнем коренном зубе длинночелюстного мастодонта видны изношенные острия, при этом слой эмали образует плотную кайму вокруг центрального дентина, где поверхностное покрытие стерто насквозь. У скрежещущих зубов носорогов (показаны справа) рисунок коронок совершенно иной, но оба типа приспособлены для употребления

более мягкой пищи и похожи тем, что защитная эмаль находится только снаружи. Центральный зуб показывает состояние после устранения неглубоких углублений на поверхности в результате износа.

Щечные зубы или скрежещающее снаряжение лошадей претерпели столь же полное изменение, как и ноги. Модификация привела к появлению нового типа зубов, который позволил травоядным животным воспользоваться растительностью, которая появилась с опозданием и с тех пор стала основным рационом копытных. Травы грубые и колючие по сравнению с листьями лесных кустарников, поэтому для их усвоения требуется более тщательное измельчение. Кроме того, они содержат мельчайшие частицы кремнезема, который является высокоабразивным минералом, который быстро изнашивает материал зуба, особенно более мягкие материалы, используемые в конструкции зубов. Увеличение длины зуба компенсировало бы чрезмерный износ, но не обязательно привело бы к улучшению механизма шлифования.

Соответствие новым требованиям проявляется в переходе от того, что известно как коренной зуб с низкой коронкой, просматривающий тип, к высокому коренному зубу, пасущемуся типу. Детали изменений, которые можно проследить на протяжении миллионов лет постепенной адаптации, становятся очевидными только при изучении большого количества ископаемого материала. По сравнению с более ранними типами конструкции, современный коренной зуб может показаться чрезвычайно сложным, но процесс, который привел к улучшению качества, очень прост. Однако, чтобы прояснить это, требуется небольшое обсуждение структуры зубов.

Зуб, как всем известно, частично встроен в челюсть, частично выставлен за пределы десны. У зуба с короткой коронкой открытая часть известна как коронка, а часть, расположенная в челюсти, состоит из одного или нескольких сравнительно длинных корней. Коронка почти всегда защищена тонким слоем твердой эмали. У шлифовального зуба рабочая поверхность имеет ряд более или менее заметных выступов, известных как бугорки. Слой эмали полностью покрывает эту поверхность до тех пор, пока не начнется износ. По мере ввода зуба в эксплуатацию начинают проявляться признаки использования; вскоре эмаль стирается с вершук острых выступов, и обнажается лежащее под ними вещество, называемое дентином. Это гораздо менее устойчиво к износу, и по мере того, как эмаль продолжает разрушаться, зуб становится менее эффективным в качестве шлифовального устройства, частично из-за сглаживания поверхности, частично из-за относительной мягкости внутреннего материала, который подвергается воздействию во все большем количестве. Очень старый коренной зуб с низкой коронкой имеет гладкую поверхность, с которой были удалены почти последние остатки эмали. У многих доисторических животных эмаль более темного цвета, чем дентин или цемент, и эта разница в цвете позволяет с первого взгляда увидеть, как устроены зубы.



Скользящий тип коренных зубов

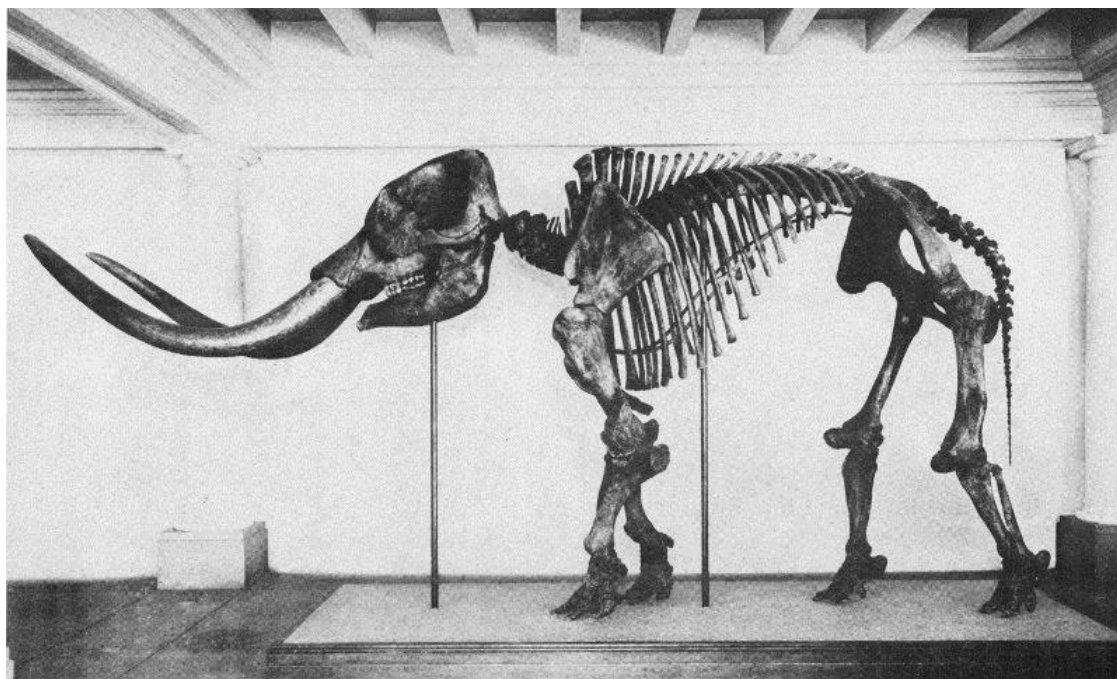
Вид сбоку на коренные и премолярные зубы бизона иллюстрирует удлиненную конструкцию, которая распространена среди пасущихся животных. В рисунке шлифовальной поверхности можно увидеть поперечное сечение слоев эмали. Один слой окружает каждый зуб, в то время как два сложенных “цилиндра” из того же материала занимают внутреннюю поверхность.

У зуба с длинной коронкой корни обычно очень короткие, поскольку большая часть самой коронки встроена в челюстную кость, и более длинные корни не требуются. Рост зуба обычно завершается через несколько лет; затем, по мере постепенного стирания, он непрерывно перемещается вверх за счет образования новой кости под корнями, которая медленно заполняет дно лунки и продолжает обеспечивать необходимую поддержку. Однако не менее важное различие между двумя типами зубов проявляется в устройстве эмали: зубы с длинными коронками покрыты этим прочным веществом с внутренней стороны коронки вместо простого защитного колпачка снаружи.

Более сложная структура была получена из более простой формы простым методом углубления определенных углублений, расположенных между остриями в верхней части зуба. По мере того как коронка зуба увеличивала свою длину, эти углубления оставались втянутыми и в конечном итоге превратились в глубокие ямки примерно цилиндрической формы. В дополнение к эмали и дентину примерно в это же время появилось третье вещество зуба, известное как цемент, и мы обнаруживаем, что большое количество этого нового материала откладывалось за пределами эмали коронки, а также внутри эмалевых стенок ямки, создавая таким образом прочно укрепленную структуру, ослабленную глубокими каналами и полыми карманами. Цемент лишь незначительно отличается от дентина, но откладывается, когда необрезанный зуб находится в тканях десен полости рта, при этом элементы эмали и дентина формируются ранее в эмбриональном зубе, прежде чем он вырастет из челюстной кости.

Зуб, созданный таким способом, при поперечном разрезе коронки будет обнаружен состоящим из последовательных слоев твердых и более мягких материалов. У живых животных верхняя часть зуба вскоре стирается, и слои эмали приобретают более рельефный вид из-за их большей износостойкости. Таким образом, обеспечивается шероховатая поверхность превосходного качества шлифования, и до тех пор, пока продолжается износ, остается одинаковое относительное количество эмали для сохранения шероховатости и стойкости к истиранию.

Среди различных видов пасущихся животных существует заметная разница в расположении и форме слоев эмали. Однако внутри вида рода сложные узоры эмали коренных зубов неизменно схожи. Особенно в случае с лошадьми, эти узоры дают наиболее полезный ключ к идентификации вымерших форм. Общий рисунок у любой из более современных лошадей может быть понятен легче, если рассматривать волнистые слои эмали как образующие набор цилиндров с глубоко сморщенными стенками. У внешней границы зуба, окруженный тонким слоем цемента, находится окружающий цилиндр, который представляет собой эмалевую крышку старомодного зуба с низкой коронкой. Внутри нее находится центральная масса дентина, в которую проникли две из упомянутых ранее глубоких впадин. Первоначальная эмалевая крышка была вдавлена в эти впадины, образовав два внутренних цилиндра, заполненных цементом. Вместо того чтобы иметь круглую форму, когда колпачок протерт на шлифовальной поверхности, видно, что эти внутренние стенки цилиндра сморщены и загнуты таким образом, что получается крайне неправильный рисунок. Однако, если сравнить несколько зубов одной и той же породы лошадей, то окажется, что края этих цилиндров образуют рисунки, которые удивительно однородны и характерны для данного вида.



Американский мастодонт (*Mastodon americanus*)
Настоящий мастодонт короткочелюстного типа.

МАСТОДОНТЫ И МАМОНТЫ

Слоноподобные млекопитающие, как живые, так и вымершие, объединены в один отряд, носящий название Proboscidea. Живущими представителями этой группы являются слоны, из которых наиболее известны крупные индийские и африканские виды. Среди доисторических представителей североамериканских животных наиболее часто упоминаются в популярной литературе следующие:

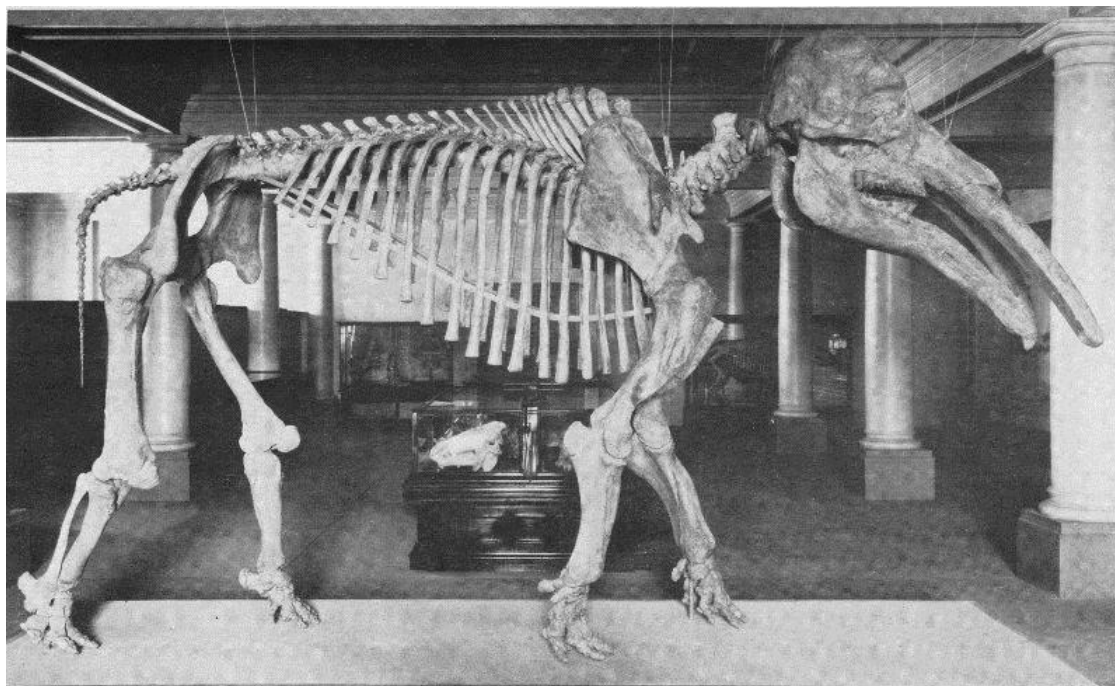
Американский мастодонт, иммигрант из Сибири, которая распространилась почти по всем Соединенным Штатам и Канаде. В основном это был обитатель лесов, редко встречающийся в равнинных регионах, он был в изобилии в период плейстоцена и, возможно, был известен ранним американским индейцам;

Шерстистый мамонт, который был около девяти футов ростом. Он простирался от Британской Колумбии до Соединенных Штатов и до Атлантики, исчезнув в позднем плейстоцене;

Колумбийский мамонт, около одиннадцати футов ростом, жил в первой половине плейстоценового периода, обитая в более теплых частях Северной Америки, включая практически все Соединенные Штаты и большую часть Мексики;

Императорский мамонт, достигавший в высоту более тринадцати футов и вымерший в среднем плейстоцене. Это была западная форма, останки находят от Небраски до Мехико.

Первоначально отнесенных к роду *Elephas*, мамонтов обычно называют слонами, хотя технически их не следует рассматривать как таковых. Недавние исследования значительно расширили наши знания об этих животных, но также вызвали большую путаницу в отношении научных названий, поскольку в настоящее время признано множество новых подразделений более крупной группы, и возникла необходимость изменить некоторые из старых наименований.



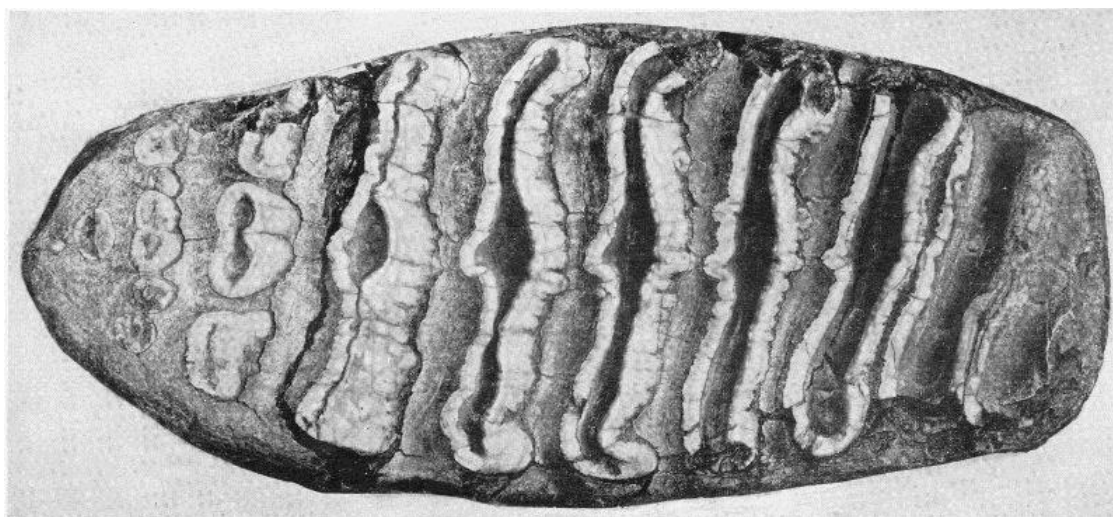
Мастодонт с длинной челюстью (*Trilophodon phippsi*).
Один из первых американских хоботных

Крупный мамонт, выставленный в Музее, носит впечатляющее название *Archidiskodon meridionalis nebrascensis*. Пятьдесят лет назад его можно было бы идентифицировать просто как образец императорского слона, и в таком случае он получил бы старое название этого вида, которое было *Elephas imperator*. Но в конце прошлого века было предложено присвоить мамонтам какое-нибудь другое название, чтобы более четко отличать их от ныне живущих слонов. Название, предложенное для созданного таким образом нового рода, было *Archidiskodon* в знак признания более архаичного или примитивного строения эмалевых пластинок коренных зубов мамонтов. Видовое название, *meridionalis*, было дано виду мамонта, который хорошо известен в южной части Европы, а латинское название, означающее “южный”, было применено для отличия этого вида от северного, или шерстистого мамонта.

Однако этот мамонт исчез из южной Европы, и в течение многих лет его последующая история оставалась загадкой. Покойный доктор Генри Фэрфилд Осборн занимался обширным изучением этого предмета, и когда его вниманию был представлен почти идеальный скелет из Ангуса, штат Небраска, он признал его близким родственником *meridionalis*, и счел это свидетельством миграции этого вида в Северную Америку. Из-за незначительных отличий от типичного мамонта южной Европы он рассматривал его как разновидность или подвид, произошедший от последнего, и название подвида, *nebrascensis*, было добавлено, чтобы исправить эту ситуацию, используя латинизированную форму названия штата, в котором был найден скелет. С теми знаниями, которые мы теперь имеем об этих мамонтах, становится очевидным, что *Archidiskodon meridionalis nebrascensis* является предком императорского мамонта, известного в настоящее время как *Archidiskodon imperator*, и не идентичен ему.

Этот пример типичен для способа, которым доисторические животные получали свои имена. Хотя эти технические названия имеют латинскую форму, они происходят из многих языков, и корневые слова применяются ко всему, что кажется автору значимым. Следовательно, редко встречается название такого рода, которое можно было бы перевести непосредственно в

естественную историю или науку. Ошибочно полагать, что за этими странными фразами скрывается важная техническая информация, доступная только тем, кто знаком с мертвыми и иностранными языками. На самом деле они не содержат ничего подобного, и самые просвещенные из греков и римлян не смогли бы найти этого там. Когда требуется название, нет ничего лучше, чем то, которое дает специалист, поднаторевший в деле присвоения имен вещам. Требуются определенные технические способности, чтобы применять название там, где ему подобает быть, но технические знания из таких источников не почерпнешь. Названия в любой форме призваны служить другому назначению. В них нет никакой магии, и в них не должно быть никакой тайны.



Коренной зуб мамонта

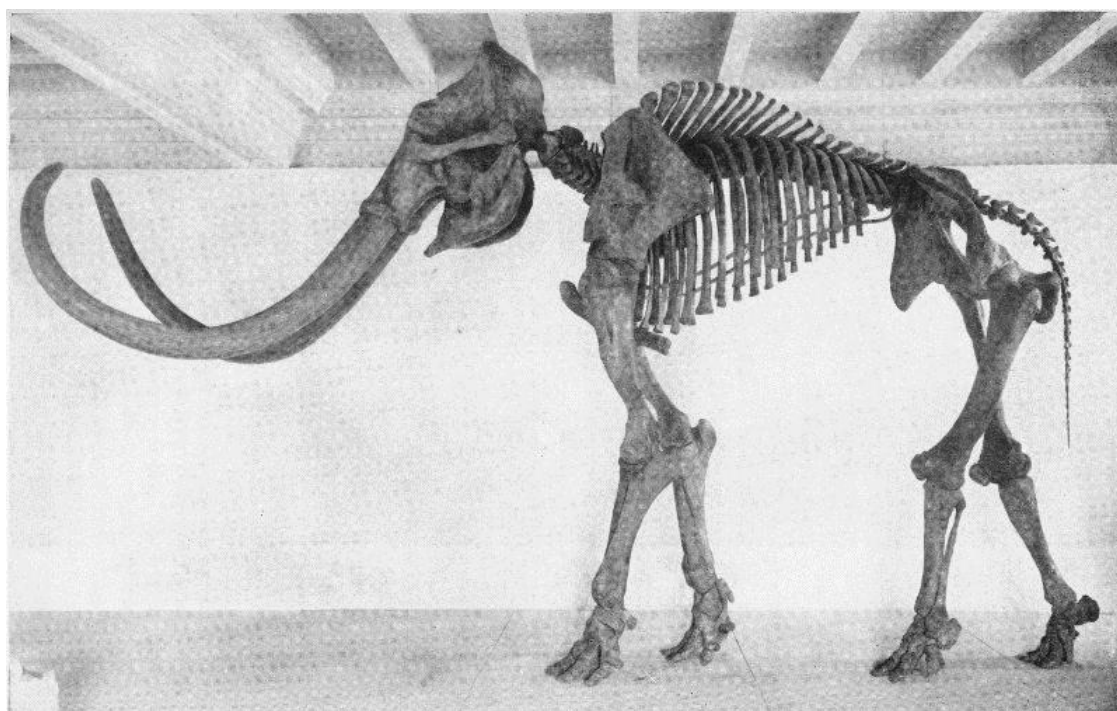
Конструкция зубьев этого типа рассчитана на длительное использование и выдерживает износ более абразивных продуктов. Расположение белых эмалевых пластин видно на этом виде шлифовальной поверхности. Эти пластины простираются до самого основания зуба, который имеет длинную коронку и не разрушается при стирании одного внешнего слоя эмали.

Другими образцами в коллекции музея являются длиннозубые мастодонты, названные так из-за удлиненных челюстей и выступающего подбородка, который часто принимают за бивень. У ранних представителей этой группы было больше щечных зубов, чем у более поздних видов мастодонтов, и для их размещения требовались более длинные челюсти. У некоторых из них были уплощенные нижние бивни, которые, очевидно, использовались для рытья. В народе они известны как “лопатообразные бивни”. У более современного американского мастодонта были более короткие челюсти и, как у мамонтов и слонов, только одна пара бивней. Как длинночелюстные, так и короткочелюстные типы представлены полными скелетами, а также бивнями, челюстями и зубами многих особей. Американские мастодонты были примерно того же размера, что и мамонты поменьше.

Разницу между мастодонтами и мамонтами легче всего распознать по строению скрежещущих зубов, коренных и премолярных. У мастодонта эти зубы имеют короткую коронку, в то время как у мамонтов, как и у современных слонов, они имеют длинную коронку. Разница между этими двумя типами коренных зубов была описана с привязкой к лошадям, и переход от старой формы к современной можно рассматривать как происходящий тем же общим путем, через серию постепенных модификаций. Как у лошади, так и у мамонта в конечном итоге проявляется внутренняя эмаль, простирающаяся от поверхности шлифования почти до корней. В остальном, однако, сходства почти нет,

поскольку зуб мамонта состоит из уплощенных эмалевых пластинок, количество которых у разных видов различно. В челюстях очень молодой особи эти пластинки можно рассматривать как отдельные части. По мере того как зуб продолжает расти, пластинки сцементируются друг с другом, и когда концы пластинки изнашиваются, можно заметить, что каждая состоит из слоя эмали, окружающего плоскую центральную сердцевину дентина. Тип конструкции зуба мамонта более очевиден, чем зуба лошади, отчасти из-за большего размера, а отчасти из-за относительной простоты конструкции.

Более ранняя история хоботных не зафиксирована в горных породах Северной Америки, поскольку группа имела африканское происхождение, и ее миграции не распространялись так далеко в Новый Свет до среднекайнозойских времен. Мастодонты и мамонты были самыми крупными наземными животными со времен эпохи рептилий, но их предки из Старого Света не бросались в глаза из-за своей массы. Многие из этих древних форм, даже на самых ранних стадиях, раскрывают некоторые выдающиеся черты, которые доминируют во всей группе. Однако ни одного из них не следует рассматривать как миниатюрного мамонта или мастодонта, поскольку эти высокоспециализированные виды были усовершенствованы сравнительно недавно и с помощью процесса, который протекает очень медленно. Среди более ранних форм были также некоторые странности, которым не удалось выжить или произвести успешную ветвь вида, например, слоны.

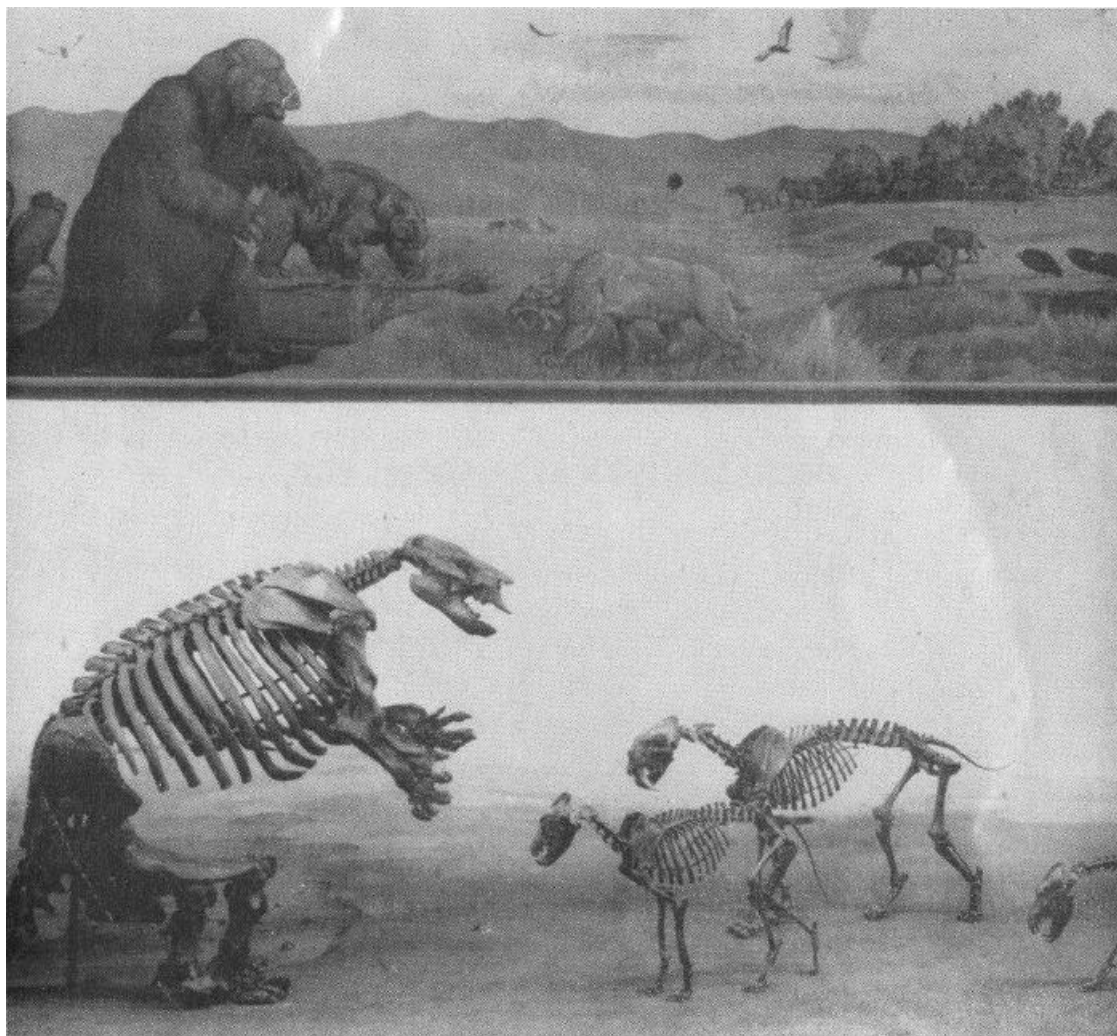


Мамонт Небраски
(*Archidiskodon meridionalis nebrascensis*)

Самым ранним известным представителем отряда был *Moeritherium*, животное размером с тапира, обитавшее в Египте в поздний эоцен и ранний олигоцен. На этом этапе характерные специализации, ведущие к мастодонтам и мамонтам, были очевидны, но не продвинулись далеко вперед. Хоботок, вероятно, был очень похож на гибкую морду современных тапиров, поскольку потребность в длинном хоботе еще не возникла. На верхней и нижней челюстях вторая пара резцов становилась крупной и выступающей. Огромные бивни мамонтов позже развились в результате увеличения той же пары верхних резцов, а у некоторых мастодонтов с длинной челюстью нижняя пара также дала большие бивни, хотя часто нижние бивни не были заметны.

У динотерия были растущие вниз бивни в нижней челюсти, ни одного в верхней. Этот род был довольно распространен в миоцене Европы, Азии и Африки. В тропиках он сохранился на протяжении всего плиоцена и, возможно, до плейстоцена. Некоторые из этих видов приобрели размеры слонов, но очевидно, что они не были предками ни одного из более прогрессивных видов. Их следует рассматривать скорее как ответвление от основной линии происхождения.

В 1859 году было известно только десять видов слоноподобных млекопитающих, и все они относились к одному роду. В настоящее время одиннадцать родов, по-видимому, хорошо обоснованы, а число признанных видов достигло сотни, если оно еще не превысило эту цифру. Ожидается, что новые открытия увеличат существующее общее количество. Имея перед собой эту массу материала, мы отмечаем определенные тенденции среди более прогрессивных типов. Увеличение веса сопровождалось развитием сильных, прямостоячих конечностей, в которых кости имеют столбчатое положение вместо угловатого, преобладающего у большинства млекопитающих. По мере увеличения размеров бивней происходило укорочение как черепа, так и шеи, чтобы приблизить вес к точке опоры. Передние зубы исчезли, за исключением второй пары верхних резцов, которые сохранились в виде бивней у современного слона. Щечные зубы, присутствующие в укороченных челюстях мамонта, были редуцированы до одной пары за раз в верхнем наборе и еще одной пары внизу. Из простых зубов с низкой коронкой эти скрежещущие зубы превратились в более удачную модель с высокой коронкой и многочисленными пластинками эмали внутри. Цепкая верхняя губа приобрела длину и полезность слоновьего хобота.



Ископаемые ранчо ла Бреа

Одно из самых необычных животных, извлеченных из смоляных ям, - большой наземный ленивец, которого можно увидеть слева в этой группе. Такие ленивцы были очень многочисленны во времена плейстоцена, а некоторые, возможно, дожили до нескольких тысяч лет назад. Археологи обнаружили признаки того, что на этих существ, возможно, охотились пещерные народы Юго-запада Америки.

Другие скелеты включают саблезубого тигра, характеризующегося длинными изогнутыми верхними клыками, которые, несомненно, использовались для нанесения колющих и рубящих ударов, и страшного волка, меньшего из двух, которые противостоят ленивцу. Реконструкция художником этой сцены также показывает большого стервятника Тераторниса, который является самой крупной известной перелетной птицей.

Чрезмерная специализация в производстве бивней, по-видимому, была основным фактором гибели мамонтов. Большие размеры животных и трудности с поиском достаточного количества пищи для поддержания жизни, должно быть, временами были серьезным препятствием, но их способность и склонность к путешествиям на большие расстояния позволили некоторым из них найти сносные условия жизни до конца ледникового периода. Сейчас они вымерли, и ближайшими живущими родственниками являются слоны, несколько уменьшенные в размерах бивней и тела, но в остальном очень похожие.

Есть много других племен млекопитающих, древняя история которых частично известна, хотя и разбита на периоды времени, для которых нет ископаемых свидетельств. Все они претерпели изменения, в которых проявляются различные формы и степени специализации; этот общий процесс лучше всего раскрывается на примере лошадей и слоноподобных животных, которые оставили более четкие свидетельства. Для других групп история будет отличаться лишь незначительно, за исключением имен и конкретных деталей.

ИСКОПАЕМЫЕ ЯМЫ РАНЧО ЛА БРЕА

Смоляные ямы Ла Бреа, как их часто называют, представляют собой замечательные свидетельства плейстоценовой жизни на юго-западе Северной Америки. Разбросанные на площади около тридцати акров недалеко от бульвара Уилшир в Лос-Анджелесе, эти залежи костей, как было известно еще в 1875 году, содержали останки доисторических животных. Однако только в 1905 году их ценность была признана палеонтологами. В том же году Калифорнийский университет начал расследование, и в течение следующих десяти лет раскопки с перерывами проводились различными учреждениями. Большой объем материалов был приобретен Музеем истории, науки и искусства Лос-Анджелеса, где выставлено множество скелетов, черепов и других интересных экспонатов.

Ямы имеют форму небольших кратеров, образовавшихся в результате просачивания нефти из подстилающих пород. Просачивания, по-видимому, были активны в течение части периода плейстоцена, но, по-видимому, не в начале. Масло богато асфальтом, который служил консервантом для костей и благодаря своим липким свойствам на протяжении тысячелетий был эффективной ловушкой для животных.

Залежи ископаемых в настоящее время состоят из пропитанной нефтью земли и песка. В прошлые времена там, должно быть, был большой процент нефти, часто скрытый слоем пыли или лужами воды. Большое количество плотоядных животных, обнаруженных в отложениях, наводит на мысль, что их привлекли крики и борьба существ, беспечно бродящих по асфальту и служащих живой приманкой для поддержания непрерывной работы ловушек.

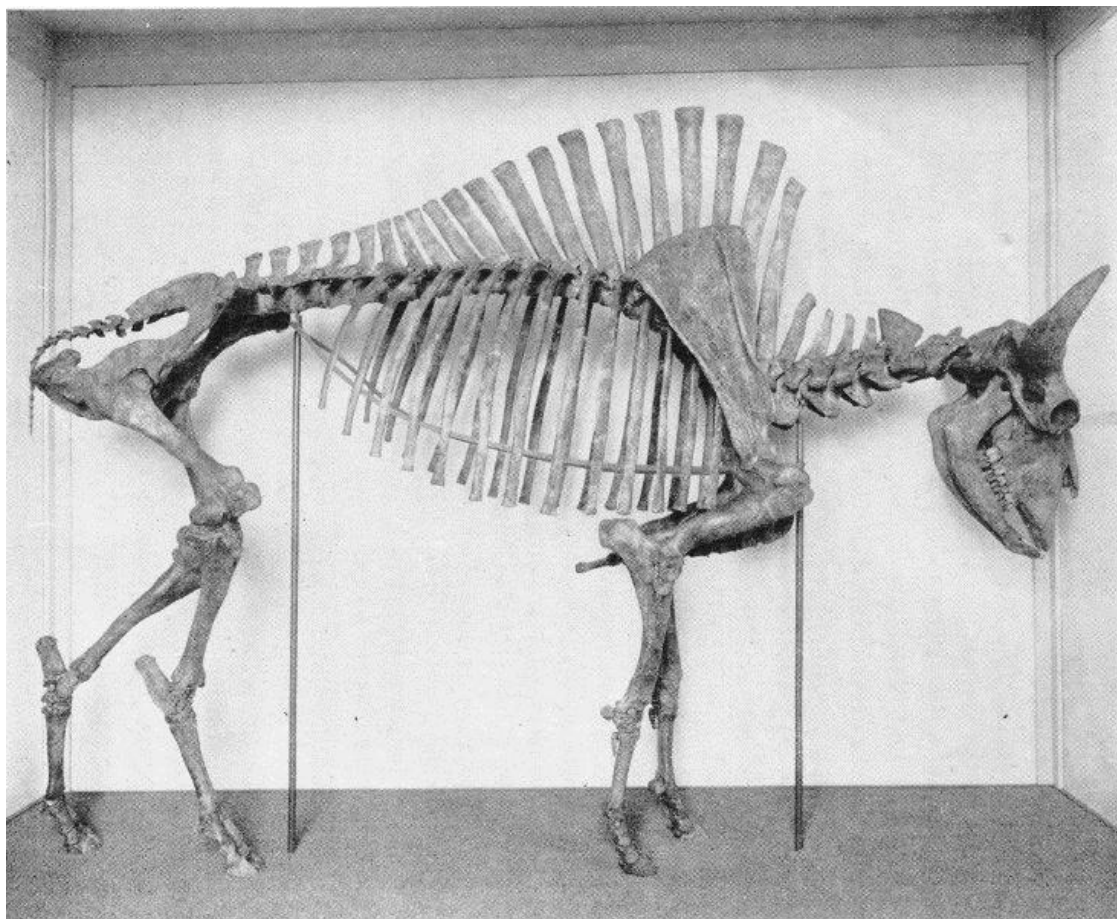
Найденные там животные включают множество видов, все еще обитающих в данной местности, некоторые из них мигрировали на другие территории, и большое количество вымерших. Среди последних можно упомянуть виды, которые лишь незначительно отличаются от ныне живущих родственников, другие, которые не оставили потомства. Лошади, бизоны и волки, хотя и вымершие виды, относились к относительно современным типам. С другой стороны, крупные ленивцы и саблезубые кошки кажутся довольно неуместными. Настоящие кошки представлены горным львом, боб-кэтом и разновидностью льва, который почти на четверть крупнее любой из крупных кошек Старого Света. Длинноногий верблюд высотой примерно восемь футов до макушки головы был одним из местных животных этого района. Скунсы, ласки, барсуки, белки, кролики, медведи, олени и антилопы были более или менее многочисленны.

Группа Ла Бреа, выставленная Денверским музеем естественной истории, включает следующие виды: лошадь (*Equus occidentalis*), бизон (*Bison antiquus*), волк (*Aenocyon dirus*), саблезубый (*Smilodon californicus*), ленивец (*Mylodon harlani*). К тому времени, когда здесь появился первый белый человек, лошади полностью исчезли с североамериканского континента. *Equus occidentalis* был одним из нескольких видов, обитавших в период плейстоцена, причем этот вид, по-видимому, был ограничен Калифорнией и, возможно, прилегающими штатами. Древний бизон был немного крупнее современного равнинного бизона, и его рога были расположены под характерным другим углом. Этот вид был впервые описан в штате Кентукки и, по-видимому, имел широкое распространение.

Волки этой группы размером примерно с лесных волков, но имеют более тяжелый череп с меньшим объемом мозга, массивные зубы, специально приспособленные для откусывания и дробления крупных костей, и конечности довольно легкой конструкции. Вероятно, они собирались стаями там, где мяса было в избытке, и, охотясь таким образом, были способны нападать на более крупных копытных и беззубых и побеждать их. Для большинства посетителей большой наземный ленивец является самым интересным животным из этой группы. Это беззубое животное изображено на краю бассейна с одной ногой, погруженной в “смолу”.

Беззубые - это группа примитивных животных с очень простыми зубами, если таковые вообще имеются. Зубы обычно отсутствуют в передней части рта, иногда полностью, как у муравьедов. Более известными живущими представителями группы являются древесные ленивцы, броненосцы и муравьеды Южной Америки. Наземные ленивцы были заметны среди млекопитающих Южной Америки на протяжении большей части кайнозоя. В плиоцен и миоцен наблюдалась заметная тенденция к увеличению размеров, и в основном именно в эти два периода они появились на территории Соединенных Штатов.

Милодон был одним из самых крупных наземных ленивцев Северной Америки. Его зубы, лишённые защитной эмали, которая присутствует у высших млекопитающих, ограничены областью щек и имеют форму простых колышков; вместо того чтобы быть специализированными, они близки к крайности обобщения. Конструкция всего скелета массивная, что предполагает большую силу при медленных движениях. Руки хорошо развиты, снабжены крепкими когтями и, должно быть, хорошо служили защитой от нападений хищных соседей. У нас есть некоторое представление о том, что вызвало истребление наземных ленивцев в этом конкретном регионе, но полное исчезновение такой большой и широко распространенной группы в конце плейстоценового периода является загадкой, которая, возможно, никогда не будет объяснена.



Фолсом, Нью-Мексико, Бизон (*Bison taylori*)

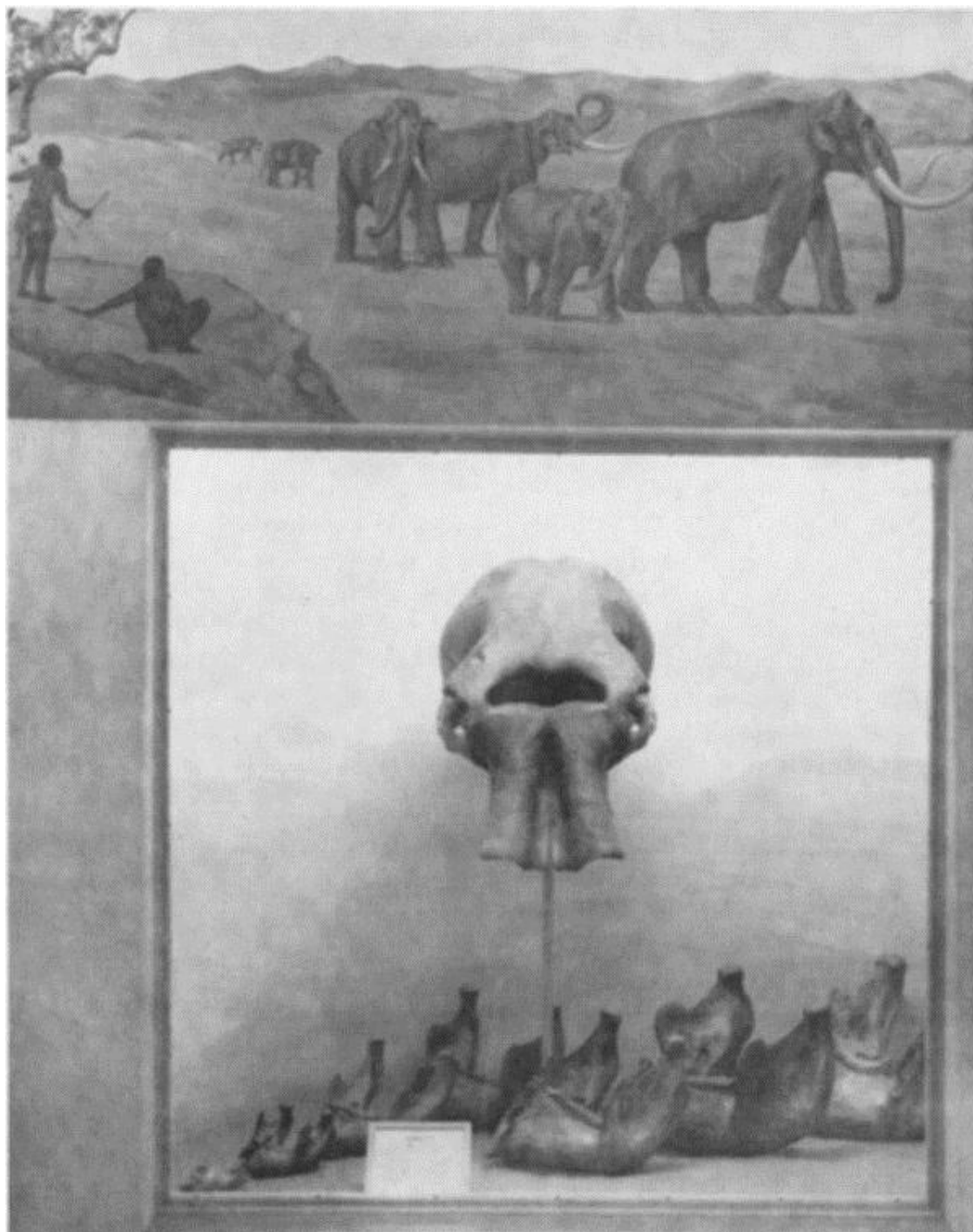
Саблезубая кошка, иногда называемая тигром, специализировалась как мясоед, хотя вряд ли как охотничье животное. В регионе Ла-Бреа его основной пищей, вероятно, было мясо медлительных наземных ленивцев. По размерам он был равен африканскому льву, только задние конечности немного длиннее, а передние более мощно развиты. Наиболее примечательную характеристику можно обнаружить в развитии верхних клыков и модификациях черепа, которые были необходимы животному для использования этих зубов в качестве оружия.

Чтобы сделать "сабли" эффективными, необходимо было убрать нижние челюсти с дороги, и это было предусмотрено необычным типом шарнира, который позволял открывать рот шире, чем это возможно у менее специализированных плотоядных. Судя по всем особенностям строения скелета, *смилодон* не мог хорошо питаться мелкими животными, поскольку не был приспособлен для поимки такого рода добычи. Очевидно, что предпочтение отдавалось крупным млекопитающим и что метод нападения заключался в том, чтобы прыгнуть на жертву и цепляться за нее мощно развитыми передними конечностями до тех пор, пока убийство не завершалось нанесением удара в уязвимое место. Разумным выводом является то, что расположение больших сабель у передней части рта мешало нормальному питанию. Существуют также анатомические особенности, которые позволяют предположить, что это плотоядное животное было кровососущим, возможно, в большей степени, чем мясоедом.

Если большинство из этих выводов верны, то мы имеем здесь еще один случай чрезмерной специализации и возможное объяснение исчезновения двух видов. Имеющиеся у нас свидетельства далеки от убедительности, поскольку нет доказательств того, что Ранчо Ла Бреа было последним пристанищем саблезубого или наземного ленивца. Обе расы были

широко распространены, и условия их жизни не могли быть в точности повторены в других населенных пунктах. Однако было высказано предположение, что *смилодон* съел последнего *милодона* и вскоре после этого умер от голода, потому что не смог принимать другую пищу. Гипотеза предлагается такой, какая она есть, вместе с фактами, на которых основана история.

Геологическая летопись плейстоцена не так полна, как можно было бы себе представить. Во многих местностях были обнаружены репрезентативные окаменелости, но их добыча редко бывает достаточно велика, чтобы разрешить многие загадки, которые постоянно возникают по мере продолжения исследований. За исключением тех районов, которые граничили с отступающей ледяной шапкой и где условия жизни были далеки от благоприятных, осадочные отложения этого периода не являются непрерывными на больших площадях. Многие плейстоценовые окаменелости найдены в руслах ручьев, которые всегда подлежат удалению последующими наводнениями.



Древний человек в Северной Америке

Существует множество свидетельств того, что на огромных слонов плейстоценового периода охотились первобытные американцы, единственным оружием которых были дротики или копья с каменными наконечниками. Здесь показаны череп и нижние челюсти нескольких мамонтов.

Изолированные участки отложений, содержащих окаменелости, часто безошибочно фиксируют миграцию животных, но детали странствий и условия, встречающиеся во вновь созданных местах обитания, часто остаются под сомнением. Соотнести факты, выявленные в одной местности, с находками в других местах и, по возможности, датировать все доисторические события с большей степенью точности - одна из основных задач текущих исследований.

ЭПОХА ЧЕЛОВЕКА

Плейстоцен, или “ледниковый период”, и недавний период, в который мы живем в настоящий момент, не разделены резко никаким событием, которое легко распознать или датировать, и оба этих периода вместе взятые имеют очень короткую продолжительность по сравнению с другими периодами, более четко установленными по прошествии веков. Вместе они составляют общепризнанный возраст Человека: около миллиона лет соответствует периоду плейстоцена, около десяти-двадцати тысяч лет - недавнему. Когда геологи девятнадцатого века предположили, что пришествие человека следует рассматривать как начало новой эры, было предложено название "Психозой", и в какой-то степени этот термин был применен к настоящему периоду. Более соответствует другим названиям периода голоцен, что означает *совершенно недавний* период. Однако в обиходе к этой незаконченной главе, которая также не имеет четкого начала, применяется простой термин "Недавняя".

С зоологической точки зрения человек - всего лишь одно из созданий, появившихся с течением времени вместе с другими млекопитающими. Когда именно он прибыл и как выглядел во время своего прибытия, невозможно определить на основе изучения окаменелостей. Возможно, это не имеет значения. Нет ничего, что указывало бы на его существование до кайнозоя, нет полностью удовлетворительного доказательства существования до плейстоценового периода. Как и в случае с другими обитателями земли, вполне вероятно, что он стал заметным только после серьезной конкуренции с другими существами, которые держали его предков под водой в течение тысячелетий. Ледниковый период, сдерживающий прогресс конкурирующих животных, несомненно, дал ему преимущество. Его превосходный интеллект позволял ему преодолевать невзгоды методами, недоступными другим млекопитающим; его изобретательский и механический гений, должно быть, значительно усилился благодаря опыту, приобретенному им за этот промежуток времени.

Примерно на этом этапе, когда предыстория начинает сливаться с историей, геолог и палеонтолог должны предоставить другим интерпретаторам продолжать. За эту работу берутся археологи и антропологи, и благодаря их усилиям многие детали пополнили наши знания о человеческой расе. Изучение биологии, которая является наукой о жизни, дало нам поучительную точку зрения, которая позволяет нам увидеть себя на обширном фоне, созданном исследованиями природы земли и ее древних обитателей. Эта наука имеет дело с живыми существами как с *организмами*— растениями и животными, организованными таким образом, что они способны существовать только в среде, обеспечивающей точные жизненные потребности.

Век человека по-разному характеризовался как век души, высшего интеллекта, культуры и, наконец, цивилизации, свободы и демократии. “Венец славы” органического мира запечатлен в истории как существо, которое на протяжении тысячелетий занималось созданием и разрушением цивилизаций. Предыстория раскрывает эту привычку как нечто уникальное в человеческом характере, поскольку нет другого организма, который так упорно специализировался бы на создании своей собственной среды обитания, нет другого, который обладал бы совокупной силой и талантом произвести столько изменений.

Больше, чем что-либо другое, доисторические летописи - это урок адаптации, который в самом широком смысле означает пригодность к жизни в определенных условиях и всегда подчиняется органическому закону. Усилия человека наладить отношения между собой и своей цивилизацией были сосредоточены в основном на методе принуждения себя к тому

шаблону, который случайно присутствует, один образец сегодня, другой завтра. Ни одному существу прошлого не приходилось приспосабливаться к чему-либо столь радикально новому или столь революционному. Жизненно важная проблема сейчас заключается в том, окажется ли эта искусственная среда полезной или губительной.

Хотя одно из ее названий - “культура”, она росла спорадически и неравномерно, без особых признаков культивирования, которое подразумевается и требуется. Отдельные части были увеличены до необычайных размеров, в то время как другие, не менее важные, были замедлены в своем росте. Представляется возможным более разумное обращение с этим фактором окружающей среды, и нынешняя мания к “организации” может быть смягчена пробуждающимся осознанием органических требований, предъявляемых к организму и окружающей среде. Как только мы поймем идею о том, что “культура” является результатом усилий человека улучшить свой образ жизни, привнося в окружающую среду то, чего там раньше не было, — тогда, несомненно, эта история, насчитывающая миллиард лет жизни и столько же “способов жизни”, должна научить нас кое-чему, что мы должны знать, поскольку мы предпринимаем тотальные усилия, чтобы научить весь мир, как достичь цели одним-единственным способом.

Возможно, мы стоим в начале эпохи, для которой еще не было предложено подходящего названия. Цивилизация, с другой стороны, может дать лишь второстепенную эпоху, которая будет добавлена в какое-то отдаленное время к истории окаменелостей.

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ЧТЕНИЕ

Литература, относящаяся к окаменелостям, широко разбросана и обычно слишком технична для непрофессионала. Лучше воспользоваться ресурсами ближайшей библиотеки, чем чувствовать, что необходим определенный список книг.

Любой учебник по геологии, зоологии или ботанике содержит полезную информацию. Большинство книг этого типа будут признаны интересными и читабельными, если их использовать для решения определенных задач, подсказанных непосредственным любопытством студента. Очень немногие из них можно прочесть от начала до конца без особых усилий и уныния.

Среди книг, с которыми консультировался автор, выделяются следующие:

Учебник геологии; автор Пирссон и Шухерт. Эта работа претерпела несколько редакций и в настоящее время выходит в двух томах: *Физическая геология* Лонгвелла, Кнопфа и Флинта; *Историческая геология* К. О. Данбара. Опубликовано издательством John Wiley & Sons. (Историческая геология охватывает весь спектр доисторической жизни — растения, беспозвоночных и позвоночных.)

Историческая геология (Геологическая история Северной Америки); автор: Рассел К. Хасси. Опубликовано McGraw-Hill. Кратко, интересно и информативно.

Геология и природные ресурсы Колорадо; автор Р. Д. Джордж. Опубликовано Университетом Колорадо. Содержит превосходное краткое изложение исторической геологии и осадочных образований Колорадо.

Палеонтология позвоночных; автор Альфред Шервуд Ромер. Опубликовано издательством Чикагского университета. Это одно из наиболее полных и современных изложений предмета для студентов, желающих выйти за рамки начальной ступени.

История наземных млекопитающих Западного полушария; Уильям Берримен Скотт. Опубликовано компанией Macmillan. Этот хорошо известный рассказ о живых и вымерших млекопитающих является одним из любимых среди студентов.

"Эра млекопитающих"; Генри Фэрфилд Осборн. Классика в этой области литературы, но для продвинутого чтения. Сейчас книга вышла из печати.

Книга о динозаврах; автор Эдвин Х. Кольбер. Опубликовано Американским музеем естественной истории, Нью-Йорк. Иллюстрированный рассказ об эволюции амфибий и рептилий.

Спуститься на Землю; авторы Кэри Кронейс и Уильям К. Крумбейн. Опубликовано издательством Чикагского университета. Отличная популяризация наук о земле —геологии и палеонтологии.

Словарь геологических названий Соединенных Штатов; составлен М. Грейс Уилмарт. Бюллетень 896 (в двух частях) Геологической службы Соединенных Штатов. Богатый источник информации о возрасте, характере и распределении геологических формаций с многочисленными ссылками на пласты, содержащие ископаемые.

Библиография североамериканской геологии (включая палеонтологию); различные бюллетени Геологической службы США. Там, где библиотечные учреждения предоставляют доступ к технической литературе музеев, университетов и научных обществ, это ценная помощь в поиске публикаций, посвященных оригинальным работам по палеонтологии. Бюллетени 746 и 747 охватывают период с 1785 по 1918 год; Бюл. 823 (1918-1928); Бюл. 937 (1929-1939); Бюл. 938 (1940-1941); Бюл. 949 (1942-1943); Бюл. 952 (1944-1945); Бюл. 958 (1940-1947); Бюл. 968 (1948); Бюл. 977 (1949). Подготовка представляет собой непрерывный процесс, при этом последние бюллетени появляются с интервалом в один или два года.

Древний человек в Северной Америке и доисторические индейцы Юго-Запада; автор Х. М. Вормингтон. Опубликовано Денверским музеем естественной истории, Городской парк, Денвер, 6, Колорадо. Оба тома содержат подлинные и актуальные сведения о ранних американских культурах.

Карты

Геологические карты. Геологическая служба США: карта Соединенных Штатов (1932); карта Колорадо (1935). Доступны геологические карты нескольких других штатов; информацию о них можно получить в государственных университетах или государственных геологических службах.

Примечание: Бюллетени USGS можно приобрести в Отделе документации, Вашингтон, округ Колумбия. Карты продаются директором геологической службы, Вашингтон, округ Колумбия.

Примечания переписчика

- Молча исправил несколько опечаток
- Восстановлено одно случайное упущение в Таблице иллюстраций
- Сохранена информация о публикации из печатного издания: эта электронная книга находится в общественном достоянии в стране публикации.
- Только в текстовых версиях текст, выделенный курсивом, разделен `_underscores_`.